EL AZAROSO ARTE DEL ENGAÑO

HISTORIAS DEL MUNDO DE LA CASUALIDAD Y LA ESTADÍSTICA

GERARDO HERRERA CORRAL

taurus

EL AZAROSO ARTE DEL ENGAÑO

HISTORIAS DEL MUNDO DE LA CASUALIDAD Y LA ESTADÍSTICA

GERARDO HERRERA CORRAL

taurus

Gerardo Herrera Corral

El azaroso arte del engaño

Historias del mundo de la casualidad y la estadística

TAURUS

PENSAMIENTO

Estos problemas son clasificados como:
probabilidad de las causas, y son lo más interesante
de todas las aplicaciones de la ciencia.
HENRI POINCARÉ

Sin mentiras la humanidad moriría de desesperación y aburrimiento.
ANATOLE FRANCE

Incluso un reloj parado acierta dos veces al día.
Popular

Si no cometiéramos errores, no nos alegraría
tanto encontrar algunos en los demás.
FRANÇOIS DE LA ROCHEFOUCAULD

Existen mentiras, delitos y estadísticas.
Dicho popular en Alemania del Este

AGRADECIMIENTOS

El pinabete crece en terrenos salinos y a través de la epidermis de sus tallos más jóvenes se deshace del exceso de sal que toma de la tierra. Cuando las hojas caen, inhiben todo tipo de vegetación a su alrededor de manera que la sombra del Tamarix se extiende sobre una superficie limpia, alfombrada por delgadas hojas de pino secas.

Los pinabetes fijan suelos arenosos, evitan la erosión de los arroyos y rompen el viento en las grandes extensiones de cultivo. Contribuyen a la formación de suelo con la materia orgánica que van generando en los muchos años que tiene de vida.

En el primer recuerdo que tengo de mi padre, camino tomado de su mano grande por una vereda flanqueada de pinabetes. Debe ser por eso que llevo unido su recuerdo a ese árbol originario del Mediterráneo que llegó a los desiertos del norte mexicano hace mucho tiempo.

El color verdoso pardo de sus hojas aciculares se conserva en el invierno para darle un tono melancólico al paisaje. En esa época, las tardes pobladas de pinabetes en la espesa bruma son grises, frías y tristes.

Lo que resulta inolvidable de los pinabetes es el murmullo del viento cuando pasa por sus hojas. Los que hemos estado bajo un pinabete no olvidaremos nunca el susurro del viento acariciando la enramada.

Dedico estas historias a mi padre, que asumió conmigo el compromiso que tienen los pinabetes con la tierra, el viento, los arroyos y el camino.

PREFACIO

La seducción es el engaño de los sentidos. Si usted está leyendo estas líneas es porque ha caído en el artificio intangible y la trampa de colores. El diseño de la portada, el texto en la cuarta de forros y un título sugerente tienen por objeto persuadir a quien pasa su mirada por los estantes de una librería.

Presentamos aquí algunas historias de error y de engaño; el engaño que se ejerce y el engaño en el que se cae. Este libro no pretende ser un tratado completo de la disuasión, la mentira o el fraude, porque el ámbito de la falsedad y el embuste es muy amplio como para caber en un solo volumen. Sólo quiere dar una mirada fugaz por la matemática de las probabilidades y el uso de las estadísticas cuando al usarla se busca o se cae en la equivocación.

En 2014 el Colegio de Sinaloa me otorgó la Cátedra Magistral Diego Bricio Hernández. El matemático sinaloense es recordado así por el Consejo Colegiado al elegir a un académico y pedirle que se pronuncie sobre el campo de su competencia dando una visión personal del mismo a un público general. Diego Bricio Hernández fue matemático probabilista, por ello mi cátedra se enfocó en los aspectos de la probabilidad y la estadística, haciendo un recorrido por episodios cotidianos y anecdóticos que ponen de relieve la insidiosa naturaleza que esta área de las matemáticas nos da. Este libro es el resultado de las lecciones dictadas en esa ocasión.

Algunas historias en versión resumida fueron publicadas por la revista *Este País* a lo largo del 2017 o en el suplemento *Laberinto* del periódico *Milenio*. Aquí se describen con más detalle, al mismo tiempo que se amplían en su narrativa.

El ensayo inicial titulado “El primer plagio de la historia” fue inspirado por Gabriela Pineda Lara cuando ella trabajaba en el curso de ética científica, diseñado para los estudiantes de posgrado del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Es una muestra de la utilidad que estas historias curiosas

pueden tener en la modificación de los hábitos y el cuidado que nos debe inducir un conocimiento elemental de la vertiente de las matemáticas que más contacto tiene con nuestro diario vivir.

PRÓLOGO

El Error

“El error se agita, la verdad descansa”. Así decía el escritor francés Joseph Joubert, quien optó por la mayor de las dimisiones que un autor puede elegir: la renuncia a los lectores. Nunca publicó sus notas porque buscaba la escritura perfecta. Sólo encontró fragmentos de pureza verbal en “lo corto, que es exacto”. La renuencia a publicar fue también su expresión de rotundo respeto al arte de la escritura. Evitar la escritura con errores lo llevó a la concisión de los poetas y, escribiendo breve, escribió profundo. A él le debemos el siguiente aforismo: “Uno de los saberes más útiles es saber que nos hemos equivocado; uno de los descubrimientos más delicados, descubrir un error: hermosa alabanza y hermosa cualidad”.

Con esta reflexión se puede describir la idea central del presente libro.

En la muy amplia colección de desaciertos humanos hay historias memorables; recordarlas nos ofrece la posibilidad de aprender. En la larga lista de equivocaciones, las que se enmarcan en el mundo de la aviación son fascinantes, quizá porque ahí intervienen dos pasiones definitorias del *homo sapiens*: la tecnología y el anhelo de volar. En ese mundo hay episodios ejemplares. Una de estas historias comenzó en 1997 en el sur de Asia.

El movimiento de los aviones se controla activando aletas fijas en los empenajes y las alas. En las naves pequeñas estas superficies se conectan de manera mecánica con la cabina desde donde son movidas, de forma directa, por el piloto. En los aviones comerciales, que son más grandes, se requiere de un esfuerzo mayor para mover estas estructuras, por lo que se emplean sistemas hidráulicos. En el pasado, el enlace entre la cabina y el sistema hidráulico de las alas, alerones y timones de profundidad se hacía con cables de acero tendidos a lo largo y ancho de la nave. La compañía Airbus fue la primera en introducir un sistema *fly-by-wire* que sustituyó las cuerdas por señales eléctricas. En 1988, el

modelo A320 incorporó por vez primera en un avión comercial estos modernos sistemas de control que utilizan computadoras para conducir las señales.

¿Qué pasa si un error se presenta en el sistema? El A320 tiene cinco computadoras que controlan el timón de profundidad. La aeronave puede volar utilizando sólo una de éstas. Si una de las computadoras falla, de manera automática, otra toma control mientras la anterior se restablece.

Los sistemas *fly-by-wire* son diseñados, construidos, probados y certificados bajo las normas de seguridad más estrictas en la industria. Las computadoras de control tienen sistemas de vigilancia mutua. Tres de los controladores son fabricados por una compañía y dos más por una empresa diferente, la cual utiliza componentes distintos. Las computadoras están programadas en varios lenguajes de codificación para evitar que la misma falla, en caso de ocurrir, afecte a las demás. De este modo, la probabilidad de que las cinco computadoras fallen durante un vuelo es muy pequeña. Si esto ocurriera, la tripulación puede tomar el control mecánico de socorro. El mando auxiliar manual es practicado con éxito para maniobras de aproximación y aterrizaje rutinario.

Una posible falla eléctrica sería inaudita porque los aviones cuentan con cinco fuentes de potencia: generadores en cada uno de los dos motores, unidad auxiliar de potencia, generador hidráulico ligado a la turbina de aire comprimido y baterías. Aun así, en el caso de que hubiera una falla eléctrica la aeronave podría seguir volando con el comando mecánico a cargo de la tripulación.

El 19 de diciembre de 1997, en vísperas de la Navidad, despegó de Yakarta, Indonesia, el avión más nuevo de la flota de SilkAir, un Boeing 737 con 97 pasajeros a bordo y una tripulación con probada experiencia. El avión partió a las 15:37 para un vuelo de 80 minutos a Singapur con cielo despejado. A las 15:53 la aeronave había alcanzado la altitud de 10 mil 668 metros. Minutos después la grabación de voz y luego la grabación de datos fueron desactivadas. Posteriormente el avión comenzó a descender con rapidez. El radar mostró una inmersión súbita, casi vertical, en la que la aeronave perdió 5 mil metros en sólo 30 segundos para luego desaparecer de la pantalla. Cayó en el río Musi a casi 100 metros de una aldea en la isla Sumatra de Indonesia. De acuerdo con los testigos, el avión zumbaba con intensidad mientras se precipitaba como un misil. Debió superar la velocidad del sonido antes de estrellarse y sus estructuras se hicieron pedazos en pleno vuelo. En el accidente murieron 104 personas.[1]

Unos días más tarde la caja negra fue encontrada y enviada a Estados Unidos para que fuera analizada mientras se recobraban pedazos de la nave. Entre éstos fue hallada una pieza conocida como unidad de control de potencia, la cual controla el movimiento del timón de profundidad. Éste define la orientación cambiando el cabeceo de la aeronave, es decir, hace ascender o descender al avión. Sin embargo, la pieza recibió poca atención porque en ese momento se anunció, de manera inequívoca, lo que los restos encontrados revelaban: "al momento del choque, los motores estaban trabajando a toda potencia y los mandos en la cabina habían sido seleccionados para que la proa fuera hacia abajo". Esto indicaba que el avión había sido estrellado intencionalmente.

La información obtenida de la caja negra mostraba que la voz grabada y la grabación de datos se detuvieron ocho y seis minutos antes del desplome, respectivamente. Ambas grabaciones habían sido desactivadas desde los controles de cabina, lo cual sugería el despliegue de una acción premeditada. Los investigadores del accidente concluyeron que el causante había sido el capitán de la tripulación.

El capitán había sido piloto militar por 16 años en Singapur y era uno de los mejores pilotos de un escuadrón acrobático. Había renunciado a la fuerza aérea de su país para trabajar en una compañía comercial con el fin de estar más tiempo con su familia. Ya en la compañía SilkAir ascendió rápidamente y por sus habilidades operativas fue nombrado instructor de vuelo. Sin embargo, en la revisión de su historial dentro de la compañía SilkAir, se encontró un par de irregularidades: en una ocasión había realizado un aterrizaje en condiciones de mucho riesgo —hecho por el cual había sido reprendido—; después le fue retirado el nombramiento de instructor debido a que, durante un aterrizaje, había apagado la grabación de voz y datos.

Las investigaciones revelaron también que el capitán había perdido una cantidad considerable de dinero en la bolsa de valores y que eso lo tenía consternado. Con todo esto se configuró el cuadro de un piloto resentido con la aerolínea que le había quitado el puesto de instructor y abrumado por los problemas personales derivados de la pérdida de sus ahorros. La explicación oficial fue pues: suicidio del piloto.

Los familiares de las víctimas no estuvieron conformes con la conclusión e iniciaron una investigación por cuenta propia. Recurrieron al despacho de

abogados que había investigado dos accidentes aéreos previos en Estados Unidos. Al analizar la información, los abogados encontraron muchas similitudes entre los accidentes. En los tres casos, la aeronave se había dado vuelta repentina para quedar en posición invertida y luego caer en picada. Los abogados se propusieron recuperar la unidad de control de potencia resguardada en Indonesia con el fin de estudiar la posibilidad de un defecto en el control del timón de profundidad. La compañía Parker Hannifin que fabricó el dispositivo había ayudado en las labores de rescate y recuperado la unidad para analizarla. Al no encontrar nada fuera de lo normal la regresó a las autoridades de Indonesia para que fuera resguardada con los demás restos de la aeronave.

El despacho de abogados consiguió llevar este aparato a Estados Unidos para un análisis de microscopia que develó la presencia de grumos resultado de un acabado imperfecto. Este pequeño inconveniente debió ocasionar que la nave girara en sólo cinco segundos para luego caer en picada. Los pilotos hicieron lo que debían hacer según los manuales de Boeing: acelerar al máximo con la proa hacia abajo para recuperar la posición normal. Esta maniobra se practica con frecuencia en el simulador de vuelo del Boeing 737. El día del accidente, en condiciones reales, la maniobra no dio los resultados previstos.

Como parte de las indagaciones se pudo mostrar de los archivos de la aerolínea que la grabadora de voz había sido sustituida por una usada previamente en otro avión. En vuelos anteriores, esta grabadora se había detenido en lapsos que variaban de cuatro segundos a once minutos.

La corte de Los Ángeles, California, falló en favor de las víctimas y la compañía Parker Hannifin pagó una indemnización a los familiares afectados. La Administración Federal de Aviación de Estados Unidos ordenó a Boeing revisar casi 5 mil naves modelo 737 para buscar posibles defectos en la unidad de control del timón de profundidad. A la compañía Parker Hannifin se le ordenó hacer un nuevo modelo de válvulas para sustituir los que estaban en funcionamiento en ese momento. Los nuevos sistemas deberían estar funcionando en todos los aviones para el 2008.

Los errores están con nosotros, son parte de nuestra existencia. La realidad de las cosas no es ignorada por el ingenio humano que ha llegado a crear compañías de seguros para sacar provecho con la previsión del desatino. Tanto tiempo hemos vivido con el error que hemos aprendido a generar beneficios de su

inevitable existencia.

“El error es una discrepancia del conocimiento con la realidad, una falsa concepción”, dice Alberto Nava en su libro *El error en el derecho penal*.

Los errores no son sólo parte de nuestras vidas, están también en el material biológico que nos forma porque la vida misma es resultado de una multiplicidad de equivocaciones. Los seres vivos llegamos a ser lo que somos por el cambio continuo de la estructura genómica. Las mutaciones se dieron de manera espontánea, probablemente como fluctuaciones termodinámicas en lo más profundo de las células. El código grabado en nuestros genes se equivocó una y otra vez para que, al fin, una de las múltiples configuraciones acabara prevaleciendo. En otras palabras, los seres humanos somos producto del error y del azar.

Los aforismos de Joseph Joubert fueron publicados póstumamente en un libro intitulado *Colección de pensamientos del señor Joubert*. Uno de sus adagios dice: “Lo propio del poeta es ser breve, es decir, perfecto, *absolutus*, como decían los latinos”.

Replegado en su soledad literaria, Joubert se equivocó al pensar que su obra estaba destinada sólo a sí mismo. ¿Pensó quizá que la imperfección no merecía la luz? Murió en 1824 y con él también murió el último obstáculo para que lo conociéramos.

El Engaño

La naturaleza hace uso frecuente del engaño. El camaleón que se mimetiza para evitar a sus predadores es el más evidente y tradicional desplegado de mentiras que salvan. Las flores que se visten de color para atraer a las abejas con una oferta de néctar sólo hacen promoción del dulce fluido en su corola para engañar a los polinizadores con luces y aromas de pétalo. Las abejas sacan provecho del señuelo y se roban el polen que estaba destinado a caer por el pistilo.

Afeitar el rostro para mostrar el mentón es pretensión hormonal y mentira cronológica. Los labios rojos marcados por un lápiz labial frente al espejo no dejan de ser un engaño, aun cuando el acto de su configuración sea público; el cinismo de su elaboración no logra desaparecer el encanto del rubí que miente, sugiriendo un escarlata que no brota de la carne sino de un cosmético. Los zapatos de tacón no sólo alargan las piernas, también señalizan el distrito de nuestra naturaleza donde los anzuelos son permitidos y el engaño es consentido. No somos los únicos que mienten en la naturaleza, pero sí somos, quizá, la única especie que se engaña a sí misma autorizando y, en ocasiones solicitando, la belleza de una mentira.

Hemos inventado el teatro, y para los actores la mejor ejecución se obtiene cuando se guarda fidelidad a las pasiones y los sentimientos; es decir, cuando los ejecutantes consiguen el autoengaño.

Un estudio publicado en *Journal of Basic and Applied Psychology* reportó que el 60% de la gente miente por lo menos una vez durante una conversación de 10 minutos.[2] Según este estudio, decimos en promedio casi tres imprecisiones durante ese tiempo. Los especialistas consideran que al mentir no intentamos impresionar a los otros, sólo queremos mantener una imagen de nosotros mismos que es congruente con lo que otros quieren que seamos.

Por lo demás, la naturaleza está llena de ilusionistas, embusteros y farsantes que hacen todo por un poco de amor. En el mundo animal no todo queda definido por el honesto desplegado de fuerza y tamaño que garantiza la mejor colección de genes. Siempre hay una oportunidad para los desfavorecidos en lo más icónico de cada especie. Con mucha frecuencia el método de los

desafortunados en el azar genético es el engaño. La naturaleza lo inventó para evitar la monotonía, enriqueciendo la reserva de genes y la diversidad que es clave en la adaptación al medio.

El dimorfismo sexual de los busardos, un tipo de gavilán que habita en Francia, es una táctica que carece de orgullo machista. Estos gavilanes cambian su plumaje disfrazándose de hembras para evitar la competencia intensa en la época de apareamiento. Este hecho es notable porque la mayoría de las especies se distinguen deliberadamente de su contraparte sexual. La diferencia sexual es una clave importante que define el comportamiento que se debe adoptar en la presencia de unos y otros. Atacar o cortejar es una elección que se basa enteramente en la forma. No obstante, aproximadamente la mitad de los gavilanes usan el camuflaje sexual para evitar la competencia y hacer más eficientes los resultados de un encuentro afortunado.

El abejaruco es un ave que se alimenta de abejas. Ésta incuba, sin percatarse, los huevos de un ave irresponsable conocida como honeyguide. El honeyguide en lugar de encargarse de sus hijos trabaja con los seres humanos guiándolos a donde están las colonias de abejas. La recompensa es la cera y las larvas incrustadas en los trozos de panal que los hombres comparten con el ave una vez que llegan a donde se encuentra la colmena. Los huevos del honeyguide nacen primero que los de abejaruco y reciben por eso la atención exclusiva de la nodriza involuntaria. Tan pronto como los verdaderos hijos rompen el cascarón el ya aventajado honeyguide se encarga de matarlos.

Siembre hubo un lugar en el mundo para los mentirosos, tramposos y embusteros.

La palabra “embuste” nos explica el diccionario de sinónimos de Roque Barcia, tiene un origen novelesco:

> A mediados del siglo XVI andaban vagando por Europa, y principalmente por Italia, unos charlatanes que, con prestigios vanos, hacían aparentes maravillas, vendiendo además remedios secretos y específicos. Entre estos últimos preconizaban un ungüento prodigioso para curar toda quemadura, y en prueba de eficacia cogían un ascua con la mano, o se echaban plomo derretido en cualquier parte de su cuerpo, y aplicando enseguida el ungüento, quedaba
> la parte quemada como si tal quemadura no hubiese habido. Y realmente no la había habido, porque los embaucadores tenían buen cuidado de resguardarse la piel con alguna preparación adecuada para resistir la acción del calórico. Pero el vulgo, crédulo e ignorante, quedaba maravillado, compraba muchos botes del ungüento y daba a los charlatanes el nombre de embustidores, como in-ustidores, *in*

ustos, incombustibles, que no se quemaban. De ahí la acepción genérica o trasladada que se dio a toda mentira disfrazada con cierto artificio (embuste) a toda farsa o trapacería.[3]

No sólo el origen de la palabra quedó registrado para la posteridad: hay embustes memorables en la historia de la humanidad como la contada en el Libro II de la *Eneida*, en el que Virgilio refiere al famoso engaño del caballo de Troya:

¡Qué locura tan grande, pobres ciudadanos!
¿Del enemigo pensáis que se ha ido?
¿O creéis que los dánaos pueden hacer regalos sin trampa?
¿Así conocemos a Ulises?
O encerrados en esta madera ocultos están los aqueos,
o contra nuestras murallas se ha levantado esta máquina
para espiar nuestras casas y caer sobre la ciudad desde lo alto,
o algún otro engaño se esconde: teucros, no os fieis del caballo.
Sea lo que sea, temo a los dánaos incluso ofreciendo presentes.[4]

El regalo que destruyó a Troya por vía del engaño y no por el poder honesto de las armas, sigue presente en nuestra cultura como una referencia mítica de lo que somos capaces de hacer para conseguir la victoria.

"En la vida política la mentira es necesaria", decía Platón en *La República*, porque no se puede gobernar siempre por la fuerza. En el pensamiento platónico, la falsedad de los gobernantes es una "mentira noble" destinada a la preservación de la armonía. Uno podría pensar que estas ideas han sido superadas con el paso del tiempo y el desarrollo social de la humanidad, pero muchos años después encontramos a Benito Mussolini diciendo:

Los sistemas representativos pertenecen más a la mecánica que a la moral. Aun en los países en que estos mecanismos están en más alto uso desde siglos y siglos, llegan horas solemnes en que ya no se pregunta nada al pueblo, porque se presiente que la respuesta sería fatal. Se le arrancan las coronas de papel de las soberanías —buenas para tiempos normales— y se le ordena sin más, o que acepte una revolución o una paz, o que marche hacia lo ignoto de una guerra. Al pueblo no le queda más que un monosílabo para afirmar y obedecer. Ya veis que la soberanía, cedida cortésmente al pueblo, se le retira en el momento en que pudiera necesitarla.

Se le deja solo cuando es innocua o cuando como tal se la considera; es decir, en momentos de administración corriente. ¿Os imagináis una guerra proclamada por referéndum? El referéndum queda muy bien cuando se trata de elegir el lugar adecuado para colocar la fuente de la aldea; pero cuando los

intereses supremos de un pueblo están en juego, hasta los gobiernos ultrademocráticos se guardan bien de someterlos al juicio del pueblo mismo.[5]

Maquiavelo recomendaba a los príncipes: “hay que saber disfrazarse bien y ser hábil en fingir y en disimular. Los hombres son tan simples y de tal manera obedecen a las necesidades del momento, que aquel que engaña encontrará siempre quién se deje engañar”.[6]

Algunos pensarán que Maquiavelo no tiene más que decir en nuestros modernos sistemas democráticos. Muchos consideran que las cosas han cambiado y que no se recurre más al engaño para persuadir a los ciudadanos. Dirán que nadie intenta hoy ganar el voto o la simpatía del pueblo por las vías descritas y recomendadas en *El Príncipe*, de manera tal que Maquiavelo pertenece al pasado. En este libro nos proponemos mostrar que esto no es del todo correcto y que ha llegado el momento pronosticado por H. G. Wells cuando dijo: “El pensamiento estadístico será un día tan necesario para una ciudadanía eficiente como la habilidad de leer y escribir”.

¡Las sutilezas de la estadística se emplean hoy más que nunca para generar sensación, deformar la realidad, simplificar si es conveniente o confundir a los incautos!

La estadística no es un instrumento exclusivo del Estado, es también un recurso persuasivo de empresarios de la mercadotecnia, de industrias y movimientos ambientalistas, de académicos interesados en convencer a sus colegas, de periodistas con conflicto de interés y en general de todos aquellos beneficiados por el moderno arte del engaño. También es un sistema de análisis que permite tomar mejores decisiones. Es la manera de mejorar la competitividad de los negocios, de entender mejor la realidad y de interpretar los acontecimientos cotidianos en una sociedad compleja.

Desafortunadamente no es exagerado decir que en México la falta de pensamiento estadístico es una de las más graves deficiencias del sistema educativo. El periodismo de nuestros días y la cultura intelectual en nuestra sociedad muestran carencias tan fundamentales en la probabilidad y la estadística que es imposible pensar en un ejercicio de ciudadanía inteligente.

Con este libro no pretendo salvar a la verdad, sólo deseamos ayudar en la defensa propia de sus lectores. Quizá las historias recolectadas aquí mejoren un

poco la comprensión de un mundo en el que la mentira es parte de la realidad.

[1] *SilkAir 185: Pilot Suicide?*, documental de National Geographic Channel Asia y el Fondo Singapore Economic Development Board Documentary Commissioning. El documental fue escrito y producido por Mike Barrett de APV, recibió reconocimientos como el Highly Commended, en la categoría Best Documentary Programme en 2006.

[2] Robin Lloyd, "Why We Lie", en *Livescience* (mayo 15 de 2006), http://www.livescience.com/772-lie.html.

[3] Roque Barcía, *Diccionario de sinónimos*.

[4] Virgilio, *Eneida*, Libro II.

[5] Preludio a Maquiavelo por Benito Mussolini en Nicolás Maquiavelo, *El Príncipe*.

[6] Nicolás Maquiavelo, *El Príncipe*.

INTRODUCCIÓN

¿Qué es la Probabilidad?

La palabra “probabilidad” tiene su origen en el latín, en el que se forma a partir de *probitas* que significa honradez y que es también el origen de “probidad” en español. En el pasado europeo era la medida de credibilidad del testigo en un caso legal y estaba muy correlacionada con la nobleza de las personas.

Los juegos de azar son muy antiguos. En el pasado remoto se usaba para estos juegos un hueso de cordero que articula la tibia y el peroné con el tarso. Este hueso se llama astrágalo y en las patas traseras de los corderos toma una forma semicúbica.

El juego de taba, como también se conoce al astrágalo, consistía en lanzar estos huesos y apostar por el lado que aparecería hacia arriba. En alguna variante del juego se lanzaban las tabas y se colocaba una flor de azahar en el cuadro que daba la suerte. Es a partir de esto que se asoció la palabra “azar” con la flor de los naranjos.

En la teoría matemática, la probabilidad es una medida de lo plausible que resulta la ocurrencia de un evento.

Existen vertientes interpretativas del concepto y del estudio mismo de la disciplina. En términos matemáticos comunes, tenemos dos maneras de ver a la probabilidad: una es la interpretación frecuentista y otra la bayesiana.

En la teoría frecuentista, como su nombre lo indica, la probabilidad de un evento está dado por la frecuencia relativa con que éste ocurre cuando el experimento se repite. “La probabilidad de un evento es la razón del número de casos favorables al número de casos posibles cuando nada nos lleva a esperar que ninguno de los casos ocurre más que los otros. Es decir que son todos igualmente posibles”.[1]

Los creadores de esta interpretación fueron los ingleses George Boole (1815-1864) y John Venn (1834-1923), entre otros. Para ellos, la manera de ver las

probabilidades de acuerdo con la definición de Thomas Bayes (1702-1761) generaba muchas dificultades por su carácter subjetivo, esto los llevó a desarrollar la probabilidad frecuentista.

La definición propuesta por Bayes y desarrollada en Francia por Pierre Laplace (1749-1827), entre otros matemáticos, pasó a un segundo término con la llegada del frecuentismo, pero en fechas recientes esta manera de ver la probabilidad ha retomado fuerza y uso en los medios académicos y las investigaciones científicas. Para Bayes, la probabilidad es el grado de creencia en la ocurrencia de un evento. En este marco la estimación cuantitativa hace uso del conocimiento adquirido por experiencia, así como de datos experimentales. En palabras de Laplace, la probabilidad es "una medida del grado de certidumbre".

En el día a día uno necesita estimar la probabilidad de ciertos acontecimientos. En muchas ocasiones la estimación es simple. Por ejemplo, lanzar una moneda al aire nos da dos casos posibles, de tal manera que la probabilidad de uno de ellos, es decir, la probabilidad de un caso favorable en dos posibles es pues de 1 a 2, es decir que la probabilidad de tener sol es 0.5.

La probabilidad de cualquier número en un dado es $^1/_6$ porque existen seis casos posibles y sólo uno favorable.

Las situaciones más prácticas no siempre son sencillas. Imaginemos, por ejemplo, que se construye una máquina para hacer tortillas.[2] La nueva máquina produce tortillas con una razón de defectos diferente de la norma, por lo que se hace la siguiente prueba: se fabrican 100 tortillas y se les examina cuidadosamente. Se encuentra que 90 de ellas son defectuosas, así que se escribe una secuencia MMMBBMBM…, según la tortilla sea buena (B) o mala (M).

Acto seguido, la empresa constructora de máquinas tortilladoras envía los resultados a cinco científicos solicitando una estimación de la probabilidad "p" de que una tortilla de esa máquina sea defectuosa. Los científicos contestan de la siguiente manera:

Científico teórico: la probabilidad de que una tortilla producida en la máquina sea defectuosa es 50%. El 90% de las tortillas producidas son defectuosas, pero, en general, una tortilla puede ser buena "B" o mala "M" en un proceso binario, por lo que la probabilidad será 50%, es decir, p = 0.5.

Científico experimental: los datos enviados son lo que se conoce como

“muestra estadística” y con esta información uno puede considerar que existe 90% de probabilidad de que una tortilla producida en esa máquina sea mala, es decir, $p = 0.9$.

Científico experimental riguroso: después de examinar la muestra que me enviaron he decidido descartar los primeros 50 que fueron defectuosos uno tras otro. Este filtro reduce la muestra a 50 tortillas, de las cuales 40 son defectuosas, por lo que concluyo que la probabilidad de que una tortilla de esa máquina sea defectuosa es de 80%, es decir, $p = 0.8$.

Científico teórico de decisiones: adopta la idea subjetiva de que todos los valores de la probabilidad son igualmente probables, luego aplica Teorema de Bayes y concluye que la probabilidad es 89.2%, es decir, $p = 0.892$.

Científico alternativo: escribe a los otros cuatro solicitando sus resultados y calcula el promedio. La probabilidad que obtiene de esta forma es 77.3%, es decir, $p = 0.773$.

Puede parecer chocante, pero esto último es lo que Robert Millikan (1868-1953) hizo esto para obtener la carga del electrón[3] y recibió el Premio Nobel en 1923.

Posteriormente, decide descartar al primero de los cinco científicos porque éste no usó los datos que se le enviaron para obtener su resultado. Entonces calcula que la probabilidad es 86.4%, es decir, $p = 0.864$.

Cuando recibe las estimaciones de los científicos, la empresa fabricante de máquinas tortilladoras se pregunta: ¿cuál es el verdadero valor de “p”?

La empresa quería poder poner en las especificaciones técnicas de su nueva máquina el valor que acredita calidad. ¿Qué número debe poner en la etiqueta?

La respuesta es que todas las estimaciones son válidas.

En las ciencias empíricas nunca sabemos con certeza qué es verdadero y qué no lo es, sólo tenemos opiniones educadas y resultados experimentales. Exceptuando al primer científico que se rehúsa a ver los datos, lo mejor será pensar que la probabilidad de obtener una tortilla defectuosa esté entre 77.3% y 90%, es decir: $0.773 < p < 0.9$.

Calculamos probabilidades porque queremos tener una estimación de lo que podría resultar en un experimento sobre el cual no podemos prever con certeza qué ocurrirá. Cuando conocemos las leyes físicas, químicas o biológicas que gobiernan el proceso en cuestión, podemos determinar lo que pasará y entonces

haremos una predicción sin necesidad del cálculo de probabilidades. En este sentido, Henri Poincaré decía: “si no fuéramos ignorantes no habría probabilidad, sólo habría lugar para la certidumbre […] De tal manera que los problemas de la probabilidad pueden ser clasificados de acuerdo con el mayor o menor grado de nuestra ignorancia”.[4]

Como el lector puede advertir, las cuestión fundamental de la probabilidad es un tema para la filosofía. ¿Existe la aleatoriedad en la naturaleza?, ¿existe realmente el azar?, ¿o quizá el mundo es determinista?

Siempre se ha planteado la idea de que al lanzar un dado no sabemos cuál de los números quedará hacia arriba.[5] Sin embargo, los dados son cubos de los que podemos saber todo: de qué material fueron fabricados, sus dimensiones reales, etcétera. También conocemos las leyes físicas que gobiernan la caída del dado. Aunque puede ser técnicamente muy complicado, podríamos calcular las condiciones iniciales del lanzamiento, el roce del aire a la temperatura dada y los sucesivos rebotes en la mesa para decir con certeza cuál será el número que se mostrará al final.

Hay quien dice que los dados y todos los elementos que rodean su lanzamiento forman un sistema caótico del que no podemos conocer las condiciones iniciales con precisión absoluta. Por tanto no podemos calcular qué sucederá. Los sistemas caóticos se alteran con la menor perturbación, así que aun conociendo todo el sistema, la más pequeña alteración sería amplificada en el comportamiento del dado.

> La cuestión filosófica de fondo permanece: tal vez sólo exista una forma en que puede caer un dado cuando se lanza de una forma determinada […] Pero si ni tú, ni el dado, ni el universo lo “saben”, parecen razones suficientes para decir que el resultado depende realmente del puro azar.[6]

La mecánica cuántica, que es la teoría física del mundo microscópico, parece revelar que la aleatoriedad existe en la naturaleza, pero esta aseveración es controversial.

Se puede predecir con gran exactitud el número de núcleos de un cuerpo radioactivo como el uranio, el polonio o el torio, elementos inestables que se desintegran en un lapso determinado, pero no podemos predecir con exactitud en qué momento lo harán cada uno de los núcleos atómicos.

Algunos dicen que la naturaleza requiere de un cierto fondo de aleatoriedad y

hay otros que consideran que esa aparente realidad fortuita es sólo una apariencia.

El tema está abierto y nadie tiene la respuesta. Lo que sí es cierto es que el azar está presente en nuestras vidas y tenemos que aprender a vivir con él.

[1] Giulio D'Agostini, *Bayesian Reasoning in Data Analysis: A critical introduction*.

[2] Ejemplo reinterpretado de S. James Press y Judith M. Tanur, "Chapter 1. Introduction", en *The Subjectivity of Scientists and the Bayesian Approach*.

[3] Millikan R. A., "On the Elementary Electrical Charge and the Avogadro Constant", en *Physical Review*, vol. II, num. 2 (1913).

[4] Henri Poincaré, "Chapter 11. The Science and Hypothesis", en *The Calculus of Probabilities*.

[5] Ver Ian Stewart, *What shape is a Snow flake: magic numbers in nature.*

[6] Ian Stewart, *What shape is a Snow flake: magic numbers in nature*.

EL PRIMER PLAGIO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD

> Ésta es la historia de un crimen científico… Me refiero a un crimen cometido por un científico contra sus colegas científicos y académicos…, R. R. Newton en "El Crimen de Claudio Tolomeo"

Un sueño premonitorio le dijo el lugar exacto donde establecer la ciudad: al norte de Egipto, justo frente a la isla del Faro. Alejandro Magno se dio cuenta de que no tenía yeso para señalar el enclave, entonces hizo que le trajeran harina para marcar el círculo fundacional. Aún no terminaba de trazarlo cuando comenzaron a llegar las aves de todas partes a comer la harina esparcida. Al ver lo que ocurría, Alejandro entristeció pensando que se trataba de un mal augurio, pero su vidente Aristandro supo interpretar el acontecimiento y pronosticó una ciudad tan rica y prospera que nutriría a todos los hombres de todas las razas y de todas las partes del mundo. Éste es el origen de Alejandría.

Alejandría llegó a ser el centro cultural más importante del mundo. Se construyó en ella una biblioteca monumental por la que habría de ser recordada por siempre y para siempre. La legendaria recopilación de documentos vive en la imaginación del mundo civilizado como representación admirable de conocimiento y sabiduría.

En Alejandría residían por igual judíos, cristianos y musulmanes. La mayoría de sus habitantes eran bilingües. Unos hablaban de filosofía o astronomía, otros comerciaban, concertaban o discrepaban, y éstos o aquéllos lo hacían en griego o en egipcio por igual.

Muchos eruditos encontraron en la ciudad neoplatónica un ambiente propicio para desarrollar sus ideas. Por ahí pasaron Arquímedes, uno de los más notables científicos y matemáticos de la antigüedad; Euclides, que desarrolló la

geometría; Hiparco, que planteó con sus observaciones la idea geocéntrica del Universo; Aristarco, quien, por el contrario, defendió el heliocentrismo; Eratóstenes, que cultivó la geografía y construyó mapas exactos del mundo conocido; Herófilo, quien llegó a concluir que la inteligencia no surgía del corazón sino del cerebro; Galeno, quien escribió tratados de anatomía y del tratamiento de las enfermedades, entre otros muchos.

Una de las más grandes figuras de la biblioteca es sin duda Claudio Tolomeo, el más grande astrónomo en los comienzos de la era común, quien desarrolló el modelo geocéntrico del Universo que sería aceptado como válido por 1400 años. Según esto, el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas giran alrededor de la Tierra.

Tolomeo propuso que las estrellas estaban adheridas a una esfera a la que denominó *primum mobile*. Luego estaban los planetas y otros astros que eran arrastrados por círculos deferentes con centros desplazados para explicar su caprichoso andar.

Tolomeo es el autor del *Almagesto*, una recopilación grandiosa en 13 tomos donde se describe y se revisa lo hasta entonces conocido del movimiento de los cuerpos en el firmamento. Esta obra es considerada, junto con los *Elementos de Euclides*, como la de mayor impacto de todos los tiempos.

Fue Tycho Brahe, gran astrónomo renacentista, quien descubrió en el *Almagesto* un error sistemático en los datos usados por Tolomeo. Las estrellas fijas en la esfera celeste estaban posicionadas con un grado de error en la longitud. Esto revelaba que los datos fueron tomados de los catálogos de Hiparco aun cuando Tolomeo afirmaba que eran el resultado de sus observaciones. De esta manera el resurgimiento del espíritu humano a través del arte y de la ciencia en el siglo XV no sólo cuestionó las ideas imperantes, también puso en duda la honestidad de los que habían detentado la verdad por siglos.

Después llegarían otros a revisar el trabajo de Tolomeo. El mismo Pierre Simon Laplace comentaría sobre las irregularidades en el *Almagesto*. Jean Baptiste, chevalier Delambre lo acusaría una vez más y los defensores de la tradición lucharían una y otra vez por recuperar el prestigio de Claudio Tolomeo.

En fechas más recientes (1977), el historiador norteamericano de la ciencia,

Robert Russell Newton, revisó con detalle el *Almagesto* para concluir que "Tolomeo ha sido el más exitoso de los fraudes en la historia de la ciencia". Con su trabajo de historiador no sólo mostró que Tolomeo había plagiado los datos de las tablas de Hiparco diciendo que él había obtenido esos resultados, encontró también datos inventados o modificados para hacerlos coincidir con lo que su modelo favorito decía. Colocar a nuestro planeta en el centro del universo no fue quizás una medición sino sólo una invención.

Éste debe ser el primer plagio registrado en la historia y a éste lo acompañan, aparentemente, la manipulación y la fabricación de datos con la pretensión de ser medidos por el mismo Tolomeo.

En la historia de los plagios existen otros que reclaman ser los primeros. El poeta Marcial, que vivió entre el 40 y el 102 de nuestra era, parece haber notado que sus poemas eran copiados y recitados por terceros haciéndolos pasar por propios. Se dice que llegó a quejarse por escrito denunciando al ladrón, pero no se conoce al plagiario ni sabemos más del caso. El *Almagesto*, en cambio, fue escrito en el siglo II, probablemente por la misma época, y de su carácter plagiario tenemos mejor evidencia además de toda una historia de consecuencias. Es justo, pues, reclamar para la Ciencia el primer caso de plagio documentado en la historia de la humanidad.

El plagio en otras actividades como el arte es difícil de enmarcar. Ahí la inspiración juega un papel importante y la similitud del resultado puede ser su evocación. Paul Gaugin decía: "el arte es plagio o es revolución". En las ciencias experimentales, sin embargo, es muy difícil que una medición con diferentes instrumentos y técnicas distintas arroje el mismo número y el mismo error.

Mucho antes de Tolomeo y aun de Hiparco, Esopo escribía fabulas. Una de ellas se refería al mundo de las aves y contaba que cuando Zeus se dispuso a nombrar un rey entre los pájaros los hizo acudir para admirar sus plumajes. La corneja dándose cuenta de su magra vestimenta, recogió plumas que los otros dejaban caer con displicencia. Con éstas se cubrió el cuerpo para dar una apariencia majestuosa. Cuando Zeus estaba por elegir a la corneja como la más bella entre las aves las otras enfurecidas le arrebataron las plumas que les pertenecían. Entonces la corneja se quedó tal y como la naturaleza la había

creado.

El plagio es pereza y pretensión, pero quizás antes de eso es admiración. Esto es por lo menos una manera de ver lo que resulta a todas luces reprobable. “El plagio es una forma de halago” decía el escritor peruano Alfredo Bryce Echenique que debió pagar más de 50 mil dólares por la publicación, en periódicos españoles, de varios artículos con texto ajeno y firmados por él. A Facundo Cabral le gustaba decir: “soy repetidor de Whitman, a quien amé hasta el plagio”.

En todo caso y como alguien dijo que decía Leonardo Da Vinci: “lo que mueve al mundo no son las maquinas, sino las ideas, y defenderlas frente al plagio es una batalla necesaria para la sociedad”.

90º 0’ 0’’

Cuando se despidió de su esposa él suponía que lo hacía por tres años, quizá ocho, pero los demás temían que lo hacía para siempre.

Los dieciséis millones de kilómetros cuadrados de mar congelado en el Polo Norte eran un misterio peligroso que atraía la imaginación de hombres como Fridtjof Nansen.

La expedición de Nansen pretendía conquistar el Polo Norte, y aunque no lo consiguieron sus contribuciones técnicas inauguraron la época moderna de la exploración. Nansen alcanzó la latitud norte récord en su momento: 86º 13’ y sus observaciones, mediciones científicas y desarrollos técnicos convirtieron el fracaso en un gran éxito.

Casi dos décadas después, Robert Peary anunció que había alcanzado el Polo Norte. Sin embago, las circunstancias del anuncio acabarían por establecer a Fridtjof Nansen como el gran hombre que no llegó al Polo Norte y Peary como un controversial explorador que, en el mejor de los casos, creyó haber llegado al Polo Norte.

Cuando Peary recién había regresado del viaje en que aseguró haber alcanzado la cima del mundo se enteró de que Frederick Cook afirmaba haber llegado un año antes. Inició así un debate entre ellos que no terminaría sino mucho tiempo después cuando ambos fueron desprestigiados ante la opinión pública.

En su momento, ambos recibieron muchas críticas. La prensa encabezada por *The New York Times*, que favorecía a Peary, afirmó: “Cook es un caballero y un mentiroso, Peary ninguna de las dos cosas”. Que Robert Peary no era un caballero siempre estuvo claro. En eso podían estar todos de acuerdo, incluyendo a muchos de sus partidarios, que no consideraban las buenas maneras como algo esencial.

Cook tenía la fama de embustero, Peary parecía querer construirla y la

controversia que surgió entre ellos se convirtió en algo más emocionante que la expedición misma. Frederick Cook había mentido antes, cuando aseguró haber conquistado el pico del Monte Mckinley presentando fotografías que fueron tomadas en otros lugares. El Monte Mckinley se encuentra en Alaska a tan sólo 3º del Círculo Polar Ártico. Aunque no es uno de los más altos del mundo, el desnivel de 4 mil metros desde la base para alcanzar los 6 mil 194 metros sobre el nivel del mar, aunado a las bajas temperaturas y la intrincada geología que lo rodea, lo hacían difícil de conquistar. Cuando Frederik Cook publicó las fotos en su libro *A la cima del continente*, algunos de sus acompañantes en intentos anteriores reconocieron los lugares de las fotografías. Luego organizaron una expedición para retratar esos mismos sitios y acabar así por desmentir a Cook.

Su propio socio, Ed Barrill, el único acompañante de la expedición, testificó el fraude firmando un afidávit. Algunos historiadores encontrarían después que Robert Peary había pagado a Barrill para que firmara la declaración jurada. Sin embargo, escaladores modernos han logrado reproducir las fotos de Cook situadas a 30 kilómetros del pico.

Cook había sido médico de Peary y otros en expediciones anteriores y en múltiples ocasiones había contribuido en ellas de manera decisiva. Mucho tiempo antes, había visitado la Tierra del Fuego donde conoció a Thomas Bridge, quien había trabajado algunas décadas con los indígenas de la región. Bridge había preparado un diccionario con más de 300 mil vocablos de la lengua local yamana. Se dice que Cook le pidió prestado el manuscrito y no lo regresó nunca. Un tiempo después de la muerte de Bridge, Cook intentó publicarlo como de su autoría.

El reclamo del Polo Norte que Robert Peary hizo fue más fuerte que el de Cook, empezando porque había sido apoyado por la National Geographic Society y tenía el patrocinio de grandes personalidades. La introducción del libro que publicó en 1910, titulado *El Polo Norte*, fue escrita por Theodore Roosvelt, quien había sido presidente de Estados Unidos hasta 1909. En la breve introducción del presidente se puede leer:

> Hace algunos años que me encontré en una cena en Washington al famoso noruego Nansen, explorador del ártico, uno de los héroes de la aventura polar. Él me dijo: “Peary es su mejor hombre, de hecho, creo que, en general, él es el mejor de los que ahora intentan alcanzar el Polo y hay muy buenas posibilidades de que lo logre”.[1]

En su recuento de la hazaña, Peary reportó estar acompañado por Matthew Henson así como por cuatro esquimales: Ootah, Seeglo, Egingwah, y Ooqueah, ninguno de los cuales tenía conocimientos de navegación. Siendo afroamericano, Henson nunca lograría el prestigio que tuvo Robert Peary. Su libro *Un explorador negro en el Polo Norte* fue publicado en 1911 y tuvo muy poco éxito en tiempos en que los afroamericanos eran discriminados por el color de su piel. Henson murió en la pobreza, pero su legado cobró gran importancia con el movimiento negro por los derechos civiles en los años sesenta y setenta del siglo XX. Peary, quien no era un caballero, al momento de planear su expedición sí fue irreprochable y dijo: "Henson debe ir conmigo: sin él no lo lograré".[2]

Los que apoyaron a Cook en el agrio y largo debate presentaron tres argumentos en contra de Peary:

Cuando la expedición había alcanzado la latitud 87º 47', Peary ordenó a Robert Bartlett que regresara al refugio siendo justamente el único de los miembros de la expedición con amplia experiencia en navegación que podía verificar los cálculos de latitud que haría Peary.

El segundo argumento es que la velocidad, necesaria para cubrir la distancia entre el Cabo Columbia y el Polo Norte, debía ser tres veces mayor a la que Robert Peary reportaba en su diario.

El tercero es que Robert Peary no comunicó a su equipo que lo habían logrado, sino hasta que regresó a Cabo Columbia donde se enteró del anuncio que Cook había hecho una semana antes. Las famosas palabras de Peary pronunciadas al llegar al punto donde sólo existe el sur: "el Polo al fin" no aparecen en el diario, sino como piezas sueltas de papel insertadas, probablemente a posteriori.

Estos argumentos aún tienen vigencia, pero no son los únicos.

En el Polo Norte el Sol está siempre en el horizonte durante el verano y debajo de éste en el invierno. El Sol sale pues sólo una vez cada año cerca del 20 de marzo; le lleva tres meses colocarse en el punto más alto cerca de los 23 grados y medio el 21 de junio. Luego comienza a descender para ocultarse el 23 de septiembre. Las temperaturas en el invierno varían entre los -43 ºC y los -26 ºC, mientras que en el verano puede fluctuar alrededor de los 0 ºC. Es una naturaleza inhóspita de nieve y hielo con enormes crestas que se elevan con la presión cuando gruesas planchas de hielo que flotan en el océano se encuentran

para formar un paisaje de ríos abiertos y témpanos de hielo arrastrados por los vientos.

Peary y su equipo salieron el 1 de marzo de Cabo Columbia con la intención de recorrer la distancia en línea recta al Polo. El Cabo Columbia se ubica a 83º 7’, es decir, a 769 kilómetros del Polo Norte. La expedición cruzó el paralelo 84º el 18 de marzo y cinco días más tarde, el 23 de marzo, cruzaron el paralelo 86º.

La expedición recorrió aproximadamente 110 kilómetros en sus primeros 17 días de travesía y luego más de 220 kilómetros en cinco días. Para el 6 de abril, es decir, 14 días después de cruzar el paralelo 86º, Peary, Henson y sus acompañantes inuit estaban llegando al Polo Norte.

> Cada grado de latitud representa aproximadamente 111 kilómetros. La distancia en realidad varía porque la Tierra no es una esfera perfecta. La forma del planeta es más bien un elipsoide. De tal manera que el equivalente en distancia de un grado va de los 110.567 km en el ecuador a los 111.699 km en los polos.
>
> Es decir que cada minuto de arco —*i.e.* a $^{1}/_{60}$ de grado— equivale a 1855 metros aproximadamente y cada segundo a 30.9 metros.

Sin embargo, las velocidades que Peary reportó en sus diarios son incongruentes con las distancias que debieron haber recorrido. Peor aún, cuando en su defensa Peary dijo que no habían encontrado obstáculos y que eso les permitió llegar muy pronto a su meta, su entrañable compañero, Matthew Henson, dio cuenta de tortuosas desviaciones necesarias para evitar elevaciones de presión y grandes fracturas abiertas.

Cuando la expedición se encontraba a 246 kilómetros del Polo, Peary decidió enviar de regreso a Robert Bartlett. Hasta ese momento, el grupo avanzaba del orden de 20 kilómetros por marcha. En cuanto el grupo, reducido ya a seis miembros, inició el ataque final, la velocidad se duplicó y los últimos dos días y medio de trayecto su velocidad se cuadruplicó.

Después de visitar el Polo, Peary y su gente estaban de vuelta en Cabo Columbia la mañana del 23 de abril, lo que significa que recorrieron 769

kilómetros en 17 días. Peary dijo que el regreso había sido muy rápido porque usaron las trazas dejadas con antelación en el hielo. Sin embargo, Peary llegó a Cabo Columbia sólo dos días y medio después que Bartlett, no obstante de haber recorrido 500 kilómetros más que éste.

El explorador polar Wally Herbert fue comisionado en 1989 por la National Geographyc Society para revisar los registros de Peary y se le dio acceso a todos los manuscritos y las observaciones astronómicas. Wally fue uno de los más grandes exploradores de todos los tiempos y había caminado al Polo Norte con motivo del 60 aniversario de la controversial expedición de Peary. Sus conclusiones publicadas en un libro, han sido ampliamente aceptadas al sostener que Peary no alcanzó el Polo Norte aunque sí llegó muy cerca, “a tan sólo unos kilómetros de distancia”.

Por supuesto que los resultados de su análisis lo dejan a él mismo, Wally Herbert, como el primer hombre en caminar al Polo Norte. Cuando las consecuencias de una revisión benefician al revisor la credibilidad desmerece.

Frederik Cook nunca recuperó su reputación y la de Robert Peary se mantuvo por un tiempo hasta que los estudios detallados de su expedición lo fueron desacreditando para que finalmente la National Geographic Society lo abandonara después de haberlo protegido tanto tiempo.

Cook ingresó en 1922 al negocio del petróleo en Texas y un año más tarde fue condenado a prisión por fraude al exagerar los descubrimientos de su compañía con provecho por especulación. Muchos consideraron entonces que la pena que le impusieron había sido exagerada y no dejó de mencionarse que el juez que lo sentenció era amigo de Peary. Después de cinco años en prisión Cook fue puesto en libertad y 10 años más tarde fue perdonado por el presidente Franklin D. Roosevelt en 1940. Ese mismo año Cook murió.

El 10 de abril de 1909, a las 10 de la mañana Peary hizo detener la marcha. Entonces esperó al mediodía para calcular la inclinación del Sol. Midió con el sextante y determinó su posición en 89º 57’ 11’’ norte. Esto significa que se encontraban a cinco kilómetros del Polo Norte. Para estar seguro de pasar por el Polo, avanzó 16 kilómetros rumbo al Norte. Se percató luego de que viajaba al Sur y reflexionó sobre el maravilloso hecho de cómo, en tan poco tiempo, pudo pasar de un hemisferio al otro. Marchando en línea recta se había dirigido al Norte y al pasar por un punto se encontró caminando al Sur.

Después de algunas horas en las que Peary hizo mediciones para confirmar su posición, los exploradores engancharon a los perros e iniciaron el retorno.

El efecto psicológico que se obtiene al reportar alta precisión en una medición es relevante. No sólo impresiona, le otorga, además, una credibilidad inusitada. Cuando Peary hizo la medición de su posición el 6 de abril de 1909 calculó 89º 57’ 11’’, esto lo posicionó a menos de tres minutos del Polo Norte, es decir aproximadamente cinco kilómetros en distancia. Durante su corta estancia en el Polo, Peary realizó varias mediciones. La última en el Polo es del 7 de abril a las 12:40. Con ésta determinó su posición a: 89º 58’ 37’’.

Los sextantes son instrumentos de navegación para medir el ángulo entre dos objetos. Los mejores miden con la precisión de un minuto, aunque ahora, los más modernos tienen un vernier que puede leer hasta 0.2 de minuto que equivalen a 12 segundos. Actualmente el más experimentado de los navegantes podría determinar la posición con precisión de 450 metros. Peary no era el más hábil de la expedición, el especialista había sido enviado de regreso en el ataque final al Polo. Tampoco contaba con los mejores medios. Se dice que Peary podría aspirar a una precisión de seis minutos equivalente a 10 kilómetros.[3]

Es comprensible que, en los cálculos de la posición a partir de la inclinación del Sol, aparezcan segundos —como se puede apreciar en la anotación de Peary el 6 de abril en que, al dividir 12º 39’ entre dos aparece la cantidad 6º 19’ 30’’. También es conveniente conservar los segundos en el cálculo para no perder en precisión al final de los cálculos. Lo que es dudoso es que reporte segundos en sus anotaciones del 7 de abril en que determina la inclinación del Sol.

Con los números obtenidos —en que los segundos son probablemente inventados—, Peary determinó su posición logrando una gran precisión final que se traduce en 30 metros. Sólo un moderno sistema GPS puede ofrecer tan alto grado de exactitud. Desafortunadamente, cuando la precisión es más alta de lo que se puede lograr con los instrumentos, ésta se convierte en marca del

engaño. En ese sentido acaba sirviendo al propósito contrario: la reducción drástica de la credibilidad.

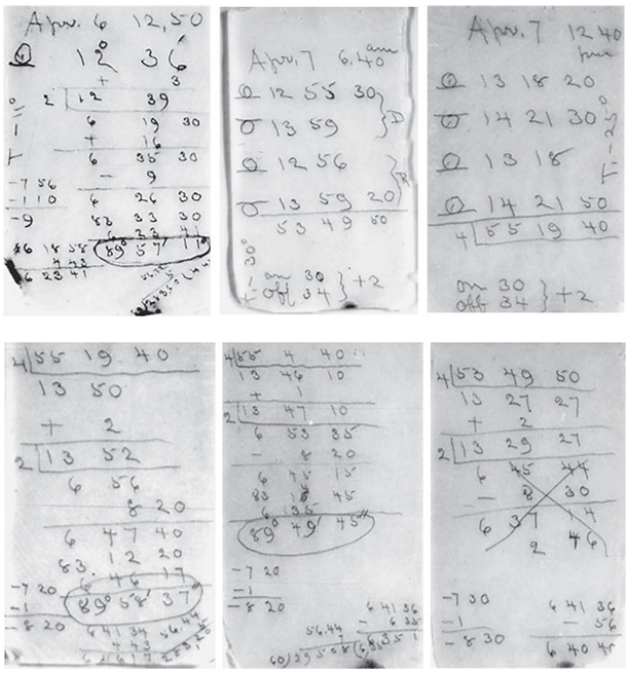
En 2005 un explorador inglés llamado Tom Avery recreó con cuatro acompañantes el recorrido de Peary y logró llegar al Polo Norte en cuatro horas menos de duración que su antecesor. Si bien esto le dio fuerza al reclamo original de Peary, las mayores velocidades que Avery alcanzó durante su recorrido fueron considerablemente menores que las que Peary llegó a reportar en sus anotaciones para algunos trayectos. Tom Avery utilizó el mismo tipo de equipo que Robert Peary en su expedición y manifestó haber descubierto reliquias del recorrido de 1909. Luego escribió un libro titulado *Hacia el fin del mundo: carrera por la solución del más grande misterio de la exploración polar*. En él, Avery argumenta que Peary realmente llegó al Polo Norte y expresa su gran admiración por él.

Esta demostración también es criticada por el hecho de que Tom Avery hizo sólo el trayecto de ida. El regreso lo realizó por aire y esto le permitió mayor ligereza en sus abastecimientos para el viaje.

Cuando Robert Peary tenía 40 años pasó mucho tiempo en la base desde la cual emprendió sus múltiples expediciones. Peary tenía una esposa y una hija en su casa de Pensilvania cuando conoció a una joven esquimo llamada Ahlikahsingwah. Procreó con ella dos hijos fuera del matrimonio, uno de los cuales murió muy joven. El otro, Kaala, sobrevivió. Cuando la base de Robert Peary fue abandonada en septiembre de 1909 los niños se quedaron sin su padre. No obstante, y con la ayuda de padres postizos, el niño sobreviviente aprendió a cazar focas, narvales y osos polares. Kaala creció y tuvo tres hijas y dos hijos, asegurando una descendencia esquimal de Peary.

Un bisnieto de Peary en la familia inuit llamado Hivshu Ua vive en Suecia y tiene su cuenta en Facebook y Twitter.[4]

Hivshu es un activista de Greenpeace que lucha por la conservación de la naturaleza, las culturas y la diversidad. Se preocupa por la desaparición de las muchas maneras de vivir que existen en nuestro planeta.



Lectura de las mediciones con sextante de Robert Peary. Las lecturas con precisión de segundos son desconcertantes por la precisión de sus instrumentos. Fuente: http://www.matthewhenson.com/1928b.htm

Sextante utilizado por Robert Peary. En esta dirección: http://www.matthewhenson.com/hamptons4.htm se puede encontrar más información sobre la manera de medir la posición con este instrumento a la manera como lo hizo Robert Peary.

[1] Robert A Peary, *The North Pole*. http://www.gutenberg.org/files/18975/18975-h/18975-h.htm

[2] Matthew Henson, *The Quest for the North Pole*. Para el uso del sextante para determinar latitud, *vid.* la página: http://www.charlesclosesociety.org/files/Small_Craft_Pocket_Sextant.pdf.

[3] Walter Krämer, *So Lügt man mit Statistik.*

[4] Mail Online, 12 septiembre 2011, en: http://www.dailymail.co.uk/news/article-2036185/Inuits-fathered-U-S-polar-explorers-make-way-globalised-world.html.

DONDE SE VIVE EL SABOR

Cuando la industria tabaquera introdujo el filtro en sus cigarros muchos consideraron que la suavidad del nuevo producto era muy femenina. La campaña publicitaria, que decía “tan suave como posible”, estaba dirigida a las mujeres, reafirmando de manera expresa el objetivo de su producto. Éste es el origen del vaquero Marlboro que nació para cambiar, en pocos meses, la asignación de género de los primeros cigarros con filtro.

William Thourbly fue el primer rostro de una de las campañas publicitarias más exitosas de todos los tiempos.[1] Aunque él no fumó a lo largo de su vida, sí logró que muchos lo hicieran.

Después de Thourbly vendría el deportista Charles Connerly, un jugador de futbol americano, para continuar con la campaña. Al mariscal de campo de los Gigantes de Nueva York lo siguieron los defensivos del mismo equipo: Jim Patton, Darrell Winfield Dick Hammer, Brad Johnson, Bill Dutra, Dean Myers, Robert Norris, Wayne McLaren, David McLean y Tom Mattox.

De todos ellos, Dick Hammer, Wayne McLaren y David McLean murieron de cáncer de pulmón, muy probablemente por fumar de manera específica cigarrillos Marlboro.

Cuando McLaren se enteró a los 49 años de edad que tenía cáncer en los pulmones fumaba una cajetilla y media de cigarros al día. Aunque le extirparon uno de los pulmones, el cáncer siguió avanzando hasta llegar al cerebro. McLaren murió dos años después de que fuera diagnosticado y en ese tiempo trabajó muy activamente en una campaña antitabaco. Poco antes de morir se transmitió un mensaje de televisión con imágenes alternadas del *cowboy* y su convalecencia. En el mensaje se mostraban las imágenes contrastantes mientras se escuchaba la voz de su hermano reprendiendo a la corporación de tabaco que promovió un estilo de vida independiente con la figura de un vaquero autosuficiente en un paisaje agreste. El anuncio cerraba diciendo “¿Qué tan

independiente puedes ser realmente, acostado aquí, con todos esos tubos conectados a tu cuerpo?”.

McLean también murió de cáncer en 1995 cuando tenía 73 años de edad. Sufría de enfisema pulmonar desde 1985 y desarrolló un tumor canceroso que le fue extirpado en 1993. A pesar de la cirugía, el cáncer persistió y se propagó a la espina dorsal y al cerebro de manera irremediable. La viuda de McLean y su hijo promovieron una demanda contra la corporación Philip Morris alegando que McLean no podía parar de fumar por su adicción a la nicotina.

El actor Eric Lawson también fue un vaquero Marlboro que sucumbió a la obstrucción pulmonar crónica.

Fueron muchos los vaqueros Marlboro, y es muy probable que varios más hayan sufrido de males asociados al hábito de fumar.

Philip Morris & Co. había introducido Marlboro como un cigarro para mujeres en 1924 y le empezó a colocar un filtro en 1950, como respuesta a la evidencia científica que ya entonces mostraba los daños a la salud que conlleva el fumar. Fue entonces cuando un estudio de mercado mostró que, si bien los hombres consideraban la posibilidad de fumar Marlboro con filtro, les preocupaba el poner su masculinidad en duda al ser vistos como fumadores de cigarrillos para mujeres. Se pensó entonces en una campaña publicitaria que cambiaría esto con una serie de figuras marcadamente masculinas, entre las que se encontraban capitanes de barco, levantadores de pesas, corresponsales de guerra y trabajadores de la construcción, entre otros.

Leo Burnett estuvo a cargo de diseñar la cruzada de mercadotecnia y el vaquero fue el primero de la serie. Se dice que la inspiración por una sobrada masculinidad de los vaqueros llegó a Burnett como resultado de una portada de la revista *LIFE* que había publicado, en 1949, la fotografía de Clarence Hailey Long como soporte a un reportaje sobre la vaquería en Texas. En este sentido, Clarence es el primer hombre Marlboro. Entonces Clarence tenía 39 años y 68 kilos de peso. Hombre silencioso, modesto y reservado, con un rostro quemado por el sol y profundos pliegues de la piel que salen de los ojos, irradiados por un iris azul pálido. Clarence llevaba un sombrero Stetson y una bandana en el cuello. Los ojos entornados mirando al horizonte que se pierde de tan lejano y un cigarro en la boca quedaron grabados para la posteridad en la fotografía más representativa del oeste.

La fotografía le proporcionó a Clarence numerosas propuestas de matrimonio que se negó a aceptar. Trabajó toda su vida en los ranchos de Texas bromeando: “si no fuera por un buen caballo, la mujer sería la cosa más dulce en el mundo”.

En un año las ventas de Marlboro crecieron de manera sorprendente y Philip Morris decidió quedarse con la figura del vaquero para su promoción abandonando la serie propuesta de emblemas masculinos.

La campaña de Philip Morris Inc. tuvo consecuencias inmediatas y significativas. En menos de dos años sus ventas se habían multiplicado por cuatro. Este éxito motivó a las compañías competidoras a seguir el ejemplo y de esa manera Old Gold adoptó rápidamente el eslogan: “pensadores independientes”. Chesterfield comenzó a usar imágenes de hombres en sus diversas ocupaciones junto con su frase publicitaria: “los hombres de América fuman Chesterfield”.

Lucky Strike decidió hacer una campaña para mujeres asociando sus cigarros a la conservación de una figura esbelta: “elige un Lucky en lugar de un dulce”. En México, se hizo famoso el “¿y a usted qué? … a mí, mis Faros. Son rebuenos y nada caros”, mientras Camel decía en la década de los noventa: “aún pueden vivirse cosas intensas, exclusivas, como el sabor de Camel. Camel, el sabor de la aventura”. Esta marca llegó a echar mano de la estadística para poder afirmar: “de acuerdo con un estudio a escala nacional la mayoría de los doctores fuman Camel, más que cualquier otro cigarrillo”. Para esto, explicaba: “doctores de todas las especialidades, 113 mil 597 fueron encuestados a lo largo de todo el territorio nacional”. La pregunta era: “¿qué cigarros fuma?”, luego, sin dar números concluía: “la marca más nombrada fue Camel”.

According to a recent Nationwide survey:
MORE DOCTORS SMOKE CAMELS
THAN ANY OTHER CIGARETTE
Your "T-Zone" Will Tell You...
CAMELS Costlier Tobaccos

Más doctores fuman Camels que ningún otro cigarro.

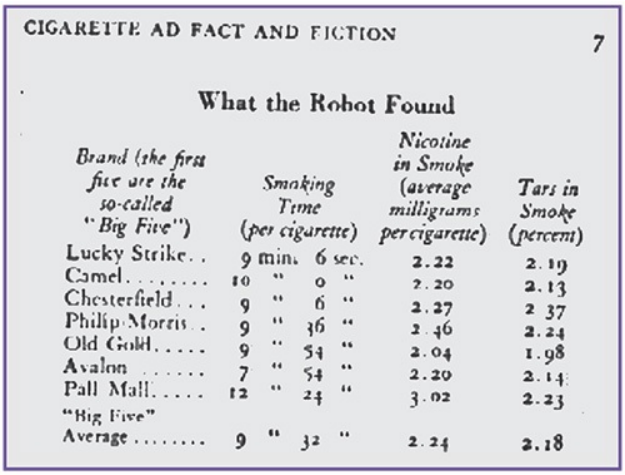
Camel incursionó así en la vigente costumbre de mentir con estadísticas. Ocultar la información es una de las muchas formas de hacerlo.

Ya en los años cincuenta se dio un interesante escamoteo de la mercadotecnia en los áridos terrenos de la medición y sus irregularidades.

Los fabricantes de cigarrillos abandonaron por un momento los maravillosos vuelos de la imaginación. Las frases tan inolvidables como prometedoras desaparecieron por un momento para recurrir a los porcentajes y el análisis químico. Fue entonces que la famosa revista *Reader's Digest* comisionó a un laboratorio de análisis químicos a realizar una serie de estudios. Se eligieron siete marcas, las cinco más vendidas: Lucky, Camel, Chesterfield, Philip Morris, Old Gold; así como Pall Mall y Avalon. Se tomaron 24 cigarros de paquetes adquiridos en el mercado para que fueran fumados por un robot de cristal que analizó las sustancias presentes en el humo. Se reportaron los contenidos de nicotina y alquitrán junto con el tiempo que se tardó en fumar el cigarro hasta dejarlo como una bacha de dos centímetros de largo.

El reporte de laboratorio decía: "la diferencia entre marcas es pequeña y ninguna marca es superior a sus competidores como para justificar su selección tomando como base el que su daño sea menor".[2]

En nicotina, los resultados variaron de 2.04 miligramos de Old Gold a 2.46 miligramos de Philip Morris. Fue aquí donde entró la estadística y sus artilugios:



CIGARETTE AD FACT AND FICTION 7

What the Robot Found

Brand (the first five are the so-called "Big Five")	*Smoking Time (per cigarette)*	*Nicotine in Smoke (average milligrams per cigarette)*	*Tars in Smoke (percent)*
Lucky Strike	9 min. 6 sec.	2.22	2.19
Camel	10 " 0 "	2.20	2.13
Chesterfield	9 " 6 "	2.27	2.37
Philip Morris	9 " 36 "	2.46	2.24
Old Gold	9 " 54 "	2.04	1.98
Avalon	7 " 54 "	2.20	2.14
Pall Mall	12 " 24 "	3.02	2.23
"Big Five" Average	9 " 32 "	2.24	2.18

Los resultados publicados en *Reader's Digest* en 1942.

En su artículo, el autor señala que la compañía Lucky hizo campaña diciendo: "por más de dos años el contenido de nicotina de los Luckies ha sido 12% menor que el promedio de los otros cuatro más vendidos".[3]

Olvidaba de manera deliberada que no es contenido de nicotina en el tabaco lo que importa, sino la nicotina fumada. De acuerdo con la tabla de la figura 1, los Lukies tienen 1% menos que el promedio de los cuatro más vendidos, y no es ciertamente el de menor contenido de nicotina entre los cinco. Old Gold proporciona 2.04 miligramos.

Contenido de nicotina de Lucky Strikes = 2.22 miligramos

El promedio de los otros cuatro más vendidos se obtiene de sumar los valores medidos y dividir por el número de valores considerados.

$$\frac{2.20 + 2.27 + 2.46 + 2.04}{4} = 2.24 \text{ mg}$$

Los cigarrillos Luky con 2.22 miligramos contienen 1% menos nicotina que el promedio de los cuatro más vendidos que es 2.24 mg.

El fabricante de Lucky pudo haber publicado, con ingenio en mercadotecnia,

que considerando a todos los cigarros examinados, los Lucky proporcionan 6% menos nicotina. Más aún, pudo haber redondeado de manera conveniente (2.22 a 2 mg y 2.37 a 2.4 mg) para obtener 8% de nicotina menos que el promedio general.

El contenido de nicotina de Lucky strikes = 2.22 miligramos. En cambio, el promedio de los cigarrillos examinados se obtiene de la suma de los valores divididos por el número de valores considerados:

$$\frac{2.20 + 2.27 + 2.46 + 2.04 + 3.02 + 2.24}{6} = 2.37\text{mg}$$

Sin embargo, les pareció más atractivo 12% que correspondía —según su análisis— a la nicotina en el tabaco.

En cuanto al alquitrán, Old Gold obtuvo el más bajo con 1.98%. El más alto fue Chesterfield con 2.37. Este hecho llevó a la compañía Old Gold a una campaña de promoción basada en los datos estadísticos. ¿Qué tan justificado es esto?

Old Gold parece ser la mejor de las siete marcas probadas. Old Gold usaba tabaco Latakia,[4] que recibe su nombre de la localidad costera de Siria donde se produce. El tabaco Latakia, de aroma fuerte y seco, se usaba en la composición de mezclas turcas para las pipas. Según Littlle,[5] en aquella época las compañías usaban de manera indistinta el tabaco en el mercado. Su compra se basaba más en los precios del mercado que varían según el producto que se obtendrá con él. Existe tabaco para cigarros, para masticar, para pipas o puros. Old Gold había encontrado la manera de incorporar a sus mezclas este tabaco mediterráneo, pero ¿es que esto realmente representa una diferencia?

Promedio de alquitrán en las cinco marcas más vendidas:

$$\frac{2.19 + 2.13 + 2.37 + 2.24 + 1.98}{} = 2.182$$

$$\frac{}{5}$$

Old Gold con 1.98 contiene 9% menos que el promedio de los cinco, pero 11% menos que los otros cuatro más vendidos. Los cuatro más vendidos tienen en promedio 2.23 en alquitrán, como se puede ver del cálculo:

$$\frac{2.19 + 2.13 + 2.37 + 2.24}{5} = 2.23$$

No olvidemos que los resultados de la tabla son promedios obtenidos con la medición de 24 cigarros de cada marca y que, aunque no se reportó la dispersión de los datos, existe una inevitable desviación de la media en los resultados. Esa dispersión viene dada por la precisión de los aparatos que miden y también por las muestras mismas las cuales contienen, de manera natural, diferencias en la cantidad de nicotina y alquitrán.

Los números reportados en la tabla también están dispersos y tenemos un estimador de esta desviación de los datos numéricos alrededor de una media aritmética. Si queremos evaluar qué tan significativo es el hecho de que Old Gold esté por debajo de la media, debemos saber qué tan dispersos son los datos.

La media aritmética de nicotina de los cigarrillos examinados está dada por la suma de los valores dividido por el número de valores que han sido considerados.

$$\frac{2.22 + 2.20 + 2.27 + 2.46 + 2.04 + 2.20 + 3.02}{7} = 2.34\text{mg}$$

La desviación típica de estos datos está dada por la suma del valor absoluto que se obtiene al restar a cada valor el de la media que obtuvimos en el renglón anterior. Es decir:

$$\frac{|2.22 - 2.34| + |2.20 - 2.34| + |2.27 - 2.34| + |2.46 - 2.34| + |2.04 - 2.34| + |2.20 - 2.34| + |3.02 - 2.34|}{7}$$

$$\frac{0.12 + 0.14 + 0.07 + 0.12 + 0.3 + 0.14 + 0.68}{7} = 0.224$$

La desviación típica es pues: 0.224

La media aritmética en el contenido de nicotina de todos los cigarros examinados menos una desviación media es 2.116, mientras que Old Gold tiene en promedio 2.04 miligramos de nicotina. Si restamos a la media aritmética dos veces la desviación media tendremos 1.892 mg, que ya es menor que 2.04 mg, que tiene Old Gold. Esto quiere decir que los cigarros Old Gold se desvían de la media en poco más de una desviación típica.

Un efecto significativo es aquel en el que el valor obtenido se encuentra a una distancia considerable, en términos de desviaciones típicas, de la media aritmética. Una desviación típica de la media no es un efecto significativo. Para algunas áreas de investigación en ciencias se considera algo realmente extraordinario cuando el resultado que se obtiene se encuentra a cinco desviaciones típicas de la media.

Veamos qué ocurre con el alquitrán.

La media aritmética de alquitrán es:

$$\frac{2.19 + 2.13 + 2.37 + 2.24 + 1.98 + 2.14 + 2.23}{7} = 2.18$$

La desviación típica de la media, como antes, se obtiene de restar a cada valor el de la media sumando los valores absolutos y dividiendo por el número de entradas en el cálculo.

$$\frac{|2.19 - 2.18| + |2.13 - 2.18| + |2.37 - 2.18| + |2.24 - 2.18| + |1.98 - 2.18| + |2.14 - 2.18| + |2.23 - 2.18|}{7}$$

Entre las marcas más alejadas de la media está la que tiene un valor de 2.37, por ejemplo, Chesterfield. El contenido en alquitranes de esta marca se aleja en dos desviaciones típicas de la media que es 2.18, es decir que el valor en alquitrán de los cigarros Chesterfield menos la media que es 2.18 da un valor igual a 0.19, que es dos veces mayor que la desviación típica, que tiene un valor de 0.09. Como en el caso de la nicotina, la desviación no es lo suficientemente significativa como para pensar en algo sistemático. Es importante notar que en este caso se trata de una desviación hacia arriba; es decir, se trata de una marca que presenta más alquitranes que los otros aunque esto no parece ser significativo. En la dirección contraria encontramos a los cigarros Old Gold que contienen 1.98 en alquitranes. Éste valor se encuentra a 2.2 desviaciones típicas de la media hacia abajo. Éste sería el más loable pero desafortunadamente es solo 2.2 desviaciones típicas que no pueden ser consideradas significativas. Aunque estadísticamente no esté justificado, el departamento de mercadotecnia de Old Gold lanzó una campaña de publicidad.

En los años cincuenta, la gente estuvo expuesta a la promoción de la que mostramos unos ejemplos. La desviación que puede ser considerada azarosa dio pie a una mentira. Desafortunadamente, era sólo el inicio de lo que se convertiría en costumbre para la promoción de artículos.

We
appreciate
your buying so many Million More!
Old Gold
SHOWN BY READER'S DIGEST TESTS
Lowest IN IRRITATING TARS AND RESINS
Lowest IN NICOTINE
FROM COAST TO COAST THE SWING'S TO NEW OLD GOLD

Publicidad de Old Gold 1950. “Como lo muestran las pruebas de *Reader’s Digest* más bajo en nicotina, más bajo en resinas y alquitranes irritantes”. Fuente: *http://tobaccodocuments.org/lor/92525490.html*.

Old Gold
CIGARETTES
LOWEST IN NICOTINE
LOWEST IN THROAT-IRRITATING TARS AND RESINS
As shown by unbiased, independent, unsolicited tests of 7 leading brands —made for Reader's Digest
477
TAKE IT FROM THE OLD RED HEAD, FOLKS— YOU'LL APPRECIATE THAT DIFFERENCE!
Old Gold
CIGARETTES
RED BARBER
NEW! SAMMY KAYE'S BAND AND GUESTS! WEDNESDAY EVENINGS CBS NETWORK

Publicidad de cigarros Old Gold. “Como lo mostró en un estudio no solicitado, independiente y sin sesgo de las siete marcas líder, realizado por *Reader’s Digest* ”. Fuente: *http://tobaccodocuments.org/lor/92525465.html*

[1] *Vid.* Allan Lazar, Dan Karlan y Jeremy Salter, *The 101 most influential people that never lived*.

[2] Robert Littell, "Cigarrete Ad Fact and Fiction", en *Reader's Digest*, julio de 1942. En: http://tobaccodocuments.org/lor/856413761456.html?start_page=1&end_page=81.

[3] Ibíd.

[4] Ibíd.

[5] Ibíd.

LAS PROFECÍAS DE LA GRAN PIRÁMIDE Y LA MASA DE LAS PARTÍCULAS ELEMENTALES

> El autor de este libro debería recordar que Piazzi Smyth descubre las medidas sagradas y esotéricas de las pirámides en 1864. Permítanme ustedes que sólo dé números enteros, a mi edad la memoria empieza a fallar… Es singular que su base sea un cuadrado de 232 metros de lado. Originariamente su altura era de 148 metros. Si lo expresamos en codos sagrados egipcios, tenemos una base de 366 codos, que es el número de días del año bisiesto. Según Piazzi Smyth, la altura multiplicada por diez a la novena da la distancia entre la Tierra y el Sol: 148 millones de kilómetros. Que era una buena aproximación para la época, ya que actualmente esa distancia se calcula en 149 millones y medio de kilómetros y nada nos asegura que los modernos estén en lo cierto. La base dividida por el ancho de una de las piedras da 365. El perímetro de la base es de 931 metros. Si se divide por el doble de la altura da 3.14, el numero π. ¿Deslumbrante verdad?
>
> Belbo sonreía sin saber que decir.
>
> ¡Imposible! Dígame cómo hace para…
>
> No interrumpas al doctor Aglié, Jacopo –dijo solícito Diotallevi.
>
> Aglié le agradeció con una sonrisa cortés. Hablaba dejando vagar su mirada por el cielo raso, pero me dio la impresión de que no era un examen ocioso ni casual. Sus ojos seguían una pista, como si estuviese leyendo en las imágenes lo que fingía exhumar de la memoria.
>
> UMBERTO ECO,
> “Capítulo 47”, *El péndulo de Foucault*

En el maravilloso libro de Hans-Peter Beck-Bornholdt y Hans Hermann Dubben, *El perro que pone huevos*, editado en alemán por rororo Rowohlt y que hace algunos años me regaló la Fundación Alexander von Humboldt, encontré una historia que compartiré con ustedes con la misma, insuperable narrativa.

El doctor Nebbud Namreh Snah, investigador del Prehisteric Institute Grubmah Inu, informa sobre el desarrollo histórico de un objeto de valor inestimable y enorme significado.

En 1939 fue descubierto en una tumba cercana a Grosseto, Italia, un objeto con la forma de un muslo de pollo cuya edad es estimada por los expertos entre 5

y 8 mil años. El objeto, presumiblemente de uso religioso fue entregado para su custodia al Padre Scansano, 10 años más tarde, al morir éste, la pieza pasó a ser propiedad del Museo de Genua, donde fue catalogado y colocado en un estante sin que nadie le diera importancia. En 1953 el físico y arqueólogo de *hobby*, Goffredo Winkelmann, que dedicaba sus vacaciones al estudio de los acervos de los museos del norte de Italia, obtuvo el permiso para revisar los estantes del museo de Genua. Un domingo en la tarde descubrió el misterioso objeto. Como físico, Winkelmann notó de inmediato que el material y la elaboración del objeto eran usuales para el origen y la edad del mismo. En los años siguientes, Winkelmann regresa a Genua para realizar numerosos estudios cuyos resultados serían publicados en 1957 en una revista de bajo impacto.

En el artículo, el objeto recibe el nombre de Cetro y se reportan cinco números codificados: 294’11’3’70’20.

El objeto fue colocado en la exposición permanente del museo y, seis años más tarde, un químico y un astrónomo norteamericanos lo redescubren. Obtienen la autorización para tomar muestras de la pieza objeto y dos semanas después el museo recibe una oferta de compra por parte de la Agencia de Aeronáutica y Administración Espacial (NASA). Como el techo del museo requería algunas reparaciones y el interés en el objeto había disminuido fue vendido por 18 mil 350 dólares en 1963. Desde ese momento, la misteriosa pieza milenaria dejó de ser accesible al público y la NASA tuvo el control total sobre ella.

Ese mismo año, Jean-Jaques Dupont, francés experto en desciframiento, leyó el artículo de Goffred Winkelmann con los cinco números codificados y se puso a trabajar en ellos. Un año más tarde publicó en *Bulletin Prehisterique Bernaise* una lista de constantes naturales que han sido codificadas con alta precisión en el Cetro. Si considerando que estos números pueden ser representados por letras, A=294 B=11 C=3 D=70 E=20, entonces resulta que diversas combinaciones de ellos proporcionan la información de la naturaleza, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

Constante	*Valor*	*Fórmula*	*Precisión*
π	3.141593	$^{BE}/_{D}$	0.04%
e	2.718282	$(^{BC}/_{E})^{2}$	0.2%
Velocidad de la luz	$2.99792510 \pm 8 ms^{-1}$	ACD^{3}	0.92%

Volumen de una mol	$0.0224136\ \mathrm{m}^3\mathrm{Mol}^{-1}$	$(C/E)^2$	0.4%
Unidad de masa atómica	931.5 MeV	ABE/D	0.8%
Energía en reposo del electrón	0.511 MeV	$(CD/A)^2$	0.16%
Longitud de onda Compton del electrón	$2.4263\times10^{-12}\mathrm{m}$	$1/(C/D)^5$	0.92%

Por si esto fuera poco:

Constante	*Valor*	*Fórmula*	*Precisión*
Masa del protón en reposo	$1.67261\times10^{-27}\mathrm{Kg}$	$1/(ABD)^5$	0.6%
Radio de Bohr	$5.29166\times10^{-11}\mathrm{m}$	(C/ADE)	0.4%
Razón de la masa de protón a electrón	1836.1	$D^4(C/E)^5$	0.7%
Constante gravitacional	$6.673\times10^{-11}\ \mathrm{N\ m^2Kg^{-2}}$	$1/D^5C^2$	0.93%
Número de Loschmidt	$6.02217\times10^{-23}\ \mathrm{Mol}^{-1}$	$1/(A^4B^3D^5)$	0.7%
Carga elemental	$1.602192\times10^{-19}\mathrm{C}$	$1/E(ABCD)^3$	0.4%
Constante de Boltzman	$1.38062\times10^{-23}\mathrm{JK}^{-1}$	$BC/A^5E^5D^3$	0.9%

El genial francés Dupont fue tachado de charlatán porque él mismo nunca ha visto al objeto, su trabajo se basaba en el material fotográfico de su propiedad. Cuando le solicitó a la NASA tener acceso a la pieza para aclarar sus presunciones, ésta respondió que el objeto nunca le había sido entregado por el museo de Genua. Treinta años más tarde, el Cetro fue encontrado de nuevo, en un mercado de pulgas de Hamburgo, Alemania. Un gran número de investigadores se abalanzó sobre el objeto y un grupo de expertos equipados con sofisticados sistemas computacionales puso a prueba el modelo de Dupont:

$$Y = A^a \times B^b \times C^c \times D^d \times E^e$$

Limitando los exponentes a los valores: -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5.

Al introducir en este modelo el “número de Winkelmann” se puede

demostrar la reproducción de las constantes de la naturaleza. Más aún, con modernas técnicas láser, el italiano Nero Maghi realizó mediciones más precisas para encontrar que los números originales: A=294 B=11 C=3 D=70 E=20 en realidad deberían ser:

A=294.7741	B=11	C=3	D=70.0826	E=20.0156
longitud	dientes	agujeros	ancho mayor	ancho menor

Con estos nuevos valores para los números cifrados en el objeto, se obtienen los valores más precisos que se muestran en la tabla de abajo. El lector puede confirmar que la precisión con que se obtienen las constantes es aún mayor.

Constante	*Valor*	*Fórmula*	*Precisión*
π	3.141593	$^{BE}/_{D}$	0.00027%
e	2.718282	$(^{BC}/_{E})^{2}$	0.00088%

En verdad, estos resultados representan un incremento en la precisión de las determinaciones que, como se mostró arriba, correspondían a 0.04% para π y 0.2% para *e*.

Cuando la revista *Science* reportó el descubrimiento de vida en Marte en 1996,[1] se concluyó que el objeto era de origen extraterrestre, lo que explicaba el interés de la NASA. El biofísico Orst Jeune se interesa en el tema y hace cálculos acerca de datos futuristas que, con toda certeza, debieron haber sido codificados hace miles de años en el Cetro. Éste no sólo codifica constantes naturales, sino el tamaño de construcciones, número de habitantes en los años por venir, números de teléfono —aun cuando el Cetro fue construido antes de la invención del teléfono—, el número y tamaño de los agujeros del queso Gruyere, entre otros muchos. Los creadores del Cetro están en todas partes y describen la totalidad del pasado, presente y futuro. Algunos de los valores que se pueden obtener se muestran en la siguiente tabla.

Evento	*Número*	*Fórmula*	*Precisión*
Número sagrado	333	$A^{4}{\times}B^{-3}{\times}C^{5}D^{-1}E^{0}$	0.028%

Fundación de Arenales en

Venezuela	1776	$A^{-3} \times B^{-5} \times C^{3} D^{5} E^{4}$	0.004%
Nacimiento de Juan Pablo II	1920	$A^{-2} \times B^{3} \times C^{0} D^{-4} E^{2}$	0.009%
Comienzo de la Segunda Guerra Mundial	1939	$A^{2} \times B^{3} \times C^{-5} D^{-2} E^{1}$	0.002%
Fin de la Segunda Guerra Mundial	1945	$A^{2} \times B^{-5} \times C^{2} D^{0} E^{2}$	0.0084%
Llegada del hombre a la Luna	1969	$A^{-4} \times B^{2} \times C^{-2} D^{3} E^{5}$	0.0032%
Caída del muro del Berlín	1989	$A^{3} \times B^{-1} \times C^{2} D^{-5} E^{4}$	0.0007%

Las profecías continúan.

Evento	*Número*	*Fórmula*	*Precisión*
CERN obtiene 9 Antiátomos de hidrógeno	1996	$A^{3} \times B^{3} \times C^{-4} D^{-5} E^{3}$	0.012%
Longitud del túnel de San Bernardo (km), Suiza	5.83	$A^{0} \times B^{1} \times C^{-4} D^{3} E^{-3}$	0.008%
Longitud del canal de Suez (km)	162.5	$A^{5} \times B^{-5} \times C^{4} D^{-3} E^{-1}$	0.02%
Longitud del Euro Túnel (km)	50	$A^{-1} \times B^{0} \times C^{1} D^{2} E^{0}$	0.027%
Superficie de Venezuela en 1990 (km)	916050	$A^{2} \times B^{5} \times C^{1} D^{1} E^{-5}$	0.02%
Longitud de la muralla China (km)	2450	$A^{2} \times B^{1} \times C^{3} D^{x-5} E^{4}$	0.002%
Producción de acero en China en 1990 (M de ton)	62.4	$A^{1} \times B^{0} \times C^{-3} D^{-1} E^{2}$	0.016%

Y más:

Evento	*Número*	*Fórmula*	*Precisión*
Habitantes de Berlín el 3 de octubre de 1990	3314004	$A^{2} \times B^{0} \times C^{-1} D^{-1} E^{3}$	0.000001%
Recorte propuesto por Grecia (millones de euros)	11500	$A^{5} \times B^{-4} \times C^{5} D^{0} E^{-5}$	0.014%
Número de la casa vendida en la calle Sacramento en San Fco., California	3563	$A^{2} \times B^{3} \times C^{-4} D^{0} E^{-2}$	0.013%
O-2545 analgésico			

Canabinoide de Organix Inc.	2545	$A^{-4}{}_{\times B}{}^{-5}{}_{\times C}{}^{-4}{}_{D}{}^{4}{}_{E}{}^{2}$	0.017%
Número de emergencias de Baden Wuettemberg	19222	$A^{1}{}_{\times B}{}^{2}{}_{\times C}{}^{4}{}_{D}{}^{-4}{}_{E}{}^{4}$	0.0012%

Ante tal prodigio, el misterioso Cetro se convirtió en un objeto de culto. La manifestación de una voluntad divina que se revela en cinco cifras capaces de decirnos todo lo que sabemos y lo que habremos de saber sobre la naturaleza, la humanidad y la totalidad del Universo.

¿Pero cómo es el trascendental objeto?

Abajo se puede apreciar una imagen con las mediciones que revelan los números encriptados en sus dimensiones.

El cetro sagrado

Con esta fantástica historia, en traducción libre, Hans Peter Beck-Bornholdt y Hans-Hermann Dubben nos muestran que “con modelos sin sentido se pueden explicar muchas cosas”.

La numerología ha estimulado siempre la fantasía de propios y extraños. Cuando yo era estudiante de posgrado cayó en mis manos la publicación científica de un colega que había encontrado la manera de calcular las masas de todas las partículas elementales —y algunas no tan elementales— existentes e inexistentes. El artículo fue publicado en una revista especializada de renombre que puede ser consultada. Después de dos páginas de exposición de motivos, el artículo explica la manera de obtener una relación para la masa de cualquier partícula con una fórmula relativamente sencilla:

$$m=M\sqrt{((n+\gamma)(n+\gamma+1))}$$

En esta fórmula *M* representa uno de los parámetros libres que quedará fijo con algunas consideraciones: $M=0.025866642\ MeV/c^2$. El parámetro γ, de igual manera queda fijo con el valor: γ=0.261634059, una vez que ajustemos algunos de los datos que conocemos. El valor de *n* sí es libre para que nosotros encontremos los números necesarios. De esa manera, y con tan sólo un parámetro libre y dos constantes fijas, podemos obtener los valores que se muestran en la tabla.

Partícula	*Valor de n*	*Masa calculada* (MeV/c^2)	*Masa medida* (MeV/c^2)
e (electrón)	19	0.511003471	0.511003471(14)
μ	4084	105.659066	105.65916(30)
π	5217	134.965972	134.9642(38)
	5395	139.570234	139.5685(10)
p (protón)	36273	938.280406	938.2796(27)
n (neutrón)	36323	939.573738	939.5731(27)

Aquí se muestra el valor de masa estimado a partir de la ecuación y, a la derecha, el valor real medido.

Como puede verse la precisión no es mala y resulta asombroso que a finales de los años ochenta tuviéramos ya la manera de calcular las masas de todas las partículas a partir de una ecuación simple. Sorprendido por la sencillez de la ecuación, me di a la tarea de verificar el milagro que estaba expuesto en apenas seis páginas de texto y unas pocas ecuaciones.

Más valores para la masa de partículas elementales o partículas compuestas se pueden obtener variando el número *n*.

Partícula	Valor de n	Masa calculada (MeV/c^2)	Masa medida (MeV/c^2)
t	68702	1777.11	1776.82
h	21163	547.44	547.862

De la tabla proporcionada por el autor (arriba), nos damos cuenta de que, con excepción del electrón, los valores de *n* son muy grandes. Ese hecho nos permite escribir la fórmula de las masas de una manera aún más sencilla:

$$m = M(n + \gamma + \tfrac{1}{2})$$

Esto es gracias a que los valores de *n* son grandes y el valor de γ es pequeño de tal manera que dentro del radical se tiene prácticamente el cuadrado de *n*.

Introduciendo en esta nueva ecuación, que es equivalente a la anterior, los valores de *M* y de γ resultará más fácil ver la "falacia cuantitativa":

$$m = 0.025866642\, n + 0.019700916$$

Con esta fórmula podemos encontrar el número que queramos si tan sólo tenemos la paciencia de buscar la *n* apropiada. El escalamiento que *n* proporciona a un número tan pequeño como es 0.025 nos permite ajustar lo que queramos.

Para muestras damos los valores de *n* que se necesitan para obtener la masa del Higgs, observado en 2012, así como de una misteriosa, posible resonancia que parecía mostrar sus huellas a finales de 2015 en el Gran Colisionador de Hadrones del Centro Europeo de Investigaciones Nucleares. La precisión es asombrosa.

Sólo se necesita un parámetro para poder describir todas las masas del esquema actual de las partículas elementales, así como las compuestas y sus resonancias.

Más aún, una tal ecuación nos permite predecir la existencia de miles de partículas que todavía no han sido observadas y que darán cuenta de la materia oscura.

Partícula	Valor de *n*	Masa calculada (MeV/c^2)	Masa medida (MeV/c^2)
Higgs	4835960	125090	125090
Partícula misteriosa	29015760	750540	¿veremos en 2021?

Desafortunadamente el artículo que nos da una ecuación tan poderosa no es el único en su tipo. Hay muchos trabajos que han caído en la formulación de modelos capaces de describirlo todo.

O sea que usted no cree en ningún tipo de numerología –dijo decepcionado Diotallevi.

¿Yo? Creo firmemente en ellas, creo que el universo es un admirable concierto de correspondencias numéricas y que la lectura del número, y su interpretación simbólica, constituyen una vía de conocimiento privilegiada. Pero si el mundo, *inferus et superus*, es un sistema de correspondencias en el que *tout se tient*, es lógico que el kiosko y la pirámide, que son obra del hombre, reproduzcan inconscientemente en su estructura las armonías del cosmos.[2]

[1] McKay, D.S., *Science*, vol. 273, núms. 924-930 (1996).

[2] Umberto Eco, *El péndulo de Foucault*.

DONALD TRUMP Y LA CAMPANA DE GAUSS

La memoria de Abraham de Moivre se conserva por dos razones: sus contribuciones al desarrollo de las matemáticas y su excéntrica inquietud por calcular, de manera rigurosa, el día de su muerte. A este matemático francés se le atribuye el descubrimiento de la campana de Gauss que sería bautizada posteriormente con el nombre de uno de los matemáticos más brillantes de la historia: Carl Friedrich Gauss, quien la estudió con todo detalle. La curva de Gauss es hoy del conocimiento general porque aparece en todas partes describiendo la distribución de muchos datos estadísticos.

Poco antes de De Moivre, Galileo había notado que los errores de sus mediciones astronómicas tenían una distribución simétrica. Se percató de que la medida de la posición de un astro se distribuye simétricamente alrededor del valor verdadero y de que los errores pequeños ocurren más frecuentemente que los errores grandes. Hoy sabemos que los errores de las mediciones se distribuyen conforme a la campana de Gauss.

En estudios de estatura hechos en España en fechas recientes se encuentra que la talla de los hombres adultos en promedio es de 174.6 cm y que los valores medidos se distribuyen con la forma de una campana.[1]

La campana de Gauss está en todas partes y la política no es la excepción. La edad de los presidentes al iniciar sus mandatos en Estados Unidos parece seguir una distribución gaussiana.[2] Hasta antes de enero de 2017 la media era 54 años 11 meses. Este promedio cambió recientemente con la llegada a la Casa Blanca del presidente más viejo en la historia de Estados Unidos. Donald Trump tenía 70 años y 220 días cuando —para la desgracia de todos— tomó posesión. Con ello, el nuevo promedio es de 55 años y 3 meses.

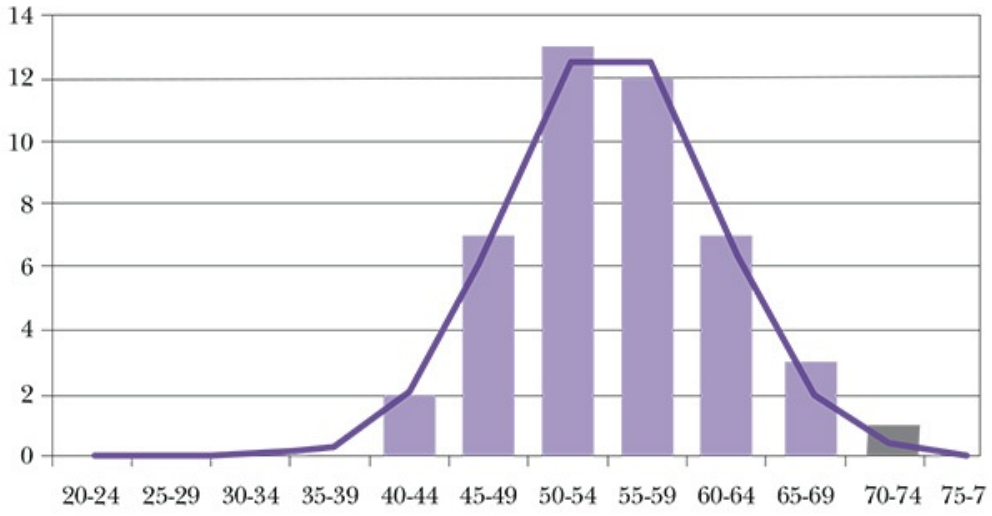
De la distribución que mostramos con las edades de los 45 presidentes de Estados Unidos resulta claro que dentro de cuatro años será importante tener un presidente joven a fin de conservar la forma acampanada de la curva. En ese

sentido, la posición de los físicos y matemáticos para la futura contienda es muy clara.

Lo curioso de la distribución de edades es que se conserve como gaussiana, aun cuando cuatro presidentes norteamericanos fueron asesinados y otros cuatro murieron durante su mandato. La curva conserva una forma razonable, a pesar de los sucesos que podrían alterar el curso natural de las probabilidades… o ¿es que quizá son éstos la esencia del azar?

La esperanza de vida creció, la edad de matrimonio ha aumentado y los años de escolaridad se incrementaron sustancialmente durante los más de 200 años de información que acumula la curva. A pesar de todos los cambios en el periodo que comenzó cuando George Washington asumiera la presidencia en 1789 los presidentes tienen, en promedio, aproximadamente 55 años cuando llegan al puesto.

Es importante señalar que la esperanza de vida no se mide por la edad máxima que alcanza la gente, sino por la edad media de toda la población. La mortalidad infantil en el pasado reducía mucho la esperanza de vida pero la gente que sobrevivía a sus primeros años subsistía casi tanto como ahora. Si bien la gente ahora es más longeva no lo es por mucho, como a menudo se cree.

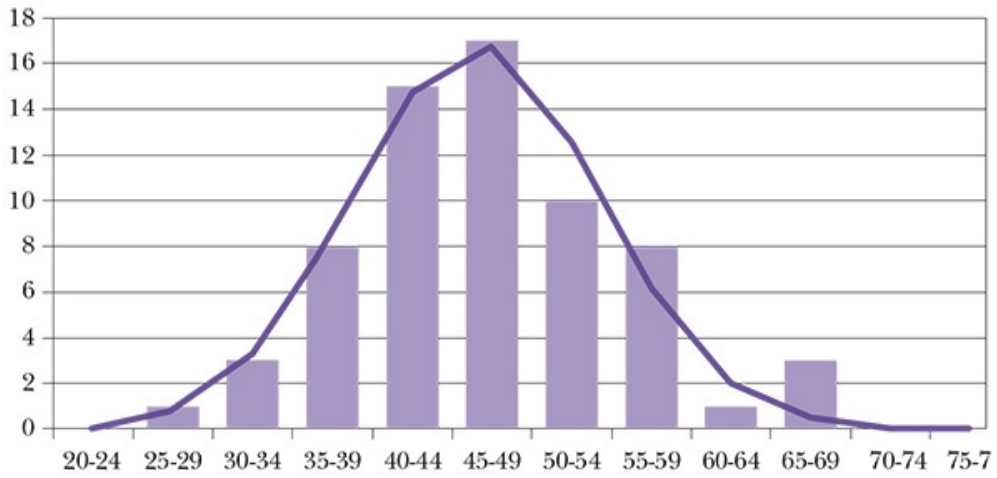


Edad de los presidentes estadounidenses al tomar posesión. La columna gris representa al presidente Donald Trump.

La edad de los presidentes de México al iniciar sus mandatos sigue también una distribución gaussiana. Sin embargo, en México la edad promedio es de 47

años y 73 días. Graficadas en el mismo intervalo, las barras correspondientes están desplazadas a la izquierda en ocho años con respecto a la distribución de Estados Unidos. No obstante, la distribución de los presidentes mexicanos tiene una dispersión un poco mayor. Esta dispersión se mide con la así llamada desviación estándar, que para la distribución de edades de los presidentes al tomar posesión en México es de 8.5 años.

Los presidentes más vetustos en la historia de México son Victoriano Huerta, que tomó posesión cuando tenía 68 años y José Ignacio Pavón de 69.



Edad de los presidentes mexicanos al tomar posesión.

Este último, llamado José Ignacio María del Corazón de Jesús de Santa Clara Francisco Javier Juan Nepomuceno Antonio de Padua Pavón Jiménez, testificó por lo menos dos peculiaridades en su vida: no conoció homónimo y fue precedido por el más joven de cuantos presidentes ha tenido México.

Miguel Miramón fue presidente a los 28 años de edad. De hecho, Miguel Gregorio de la Luz Atenógenes Miramón y Tarelo tampoco conoció homónimo. Murió fusilado al lado de Maximiliano de Habsburgo a los 35 años de edad. La restricción actual de edad mínima no tiene que ver con este lamentable incidente.

Si en México al presidente más joven siguió el más viejo en periodos sucesivos no es impensable que en Estados Unidos ocurra lo contrario y que Donald Trump sea seguido por algún joven demócrata. Después de todo, en la política parece haber reacciones sociales al *statu quo ante*.

Desde 1822, cuando Agustín de Iturbide asumió la presidencia, nuestro país

pasó por la Reforma, por la Dictadura y la Revolución. Con todo esto y más, la curva se mantiene acampanada.

Las distribuciones gaussianas ideales se prolongan indefinidamente hacia valores cada vez más alejados de la media. Aunque matemáticamente no tiene fin y siempre habrá un valor de probabilidad para el más raro de los eventos descritos por esta distribución, sí existen límites impuestos por el fenómeno mismo.

La distribución gaussiana de la edad que tienen los presidentes de Estados Unidos al tomar posesión nos muestra que no es muy probable que se llegue a tener uno que asuma el poder con 200 años de edad. Usted puede pensar que sí es probable que esto llegue a ocurrir, pero recuerde que podría haber límites legales de edad. Eso cortaría la distribución de manera abrupta por razones que están fuera de la realización estadística y probabilística.

Cuando el descubridor de la distribución normal, Abraham de Moivre tenía 87 años, notó que cada día dormía 15 minutos más que el anterior, supuso entonces con indivisa perspicacia que el final de su vida llegaría cuando durmiera 24 horas. Un cálculo sencillo al final del verano de 1754 le mostró que eso ocurriría el 27 de noviembre de ese mismo año. Ése fue el día de su fallecimiento. Su vaticinio se cumplió con precisión poco envidiable y la consumación fatal de sus cálculos parece ser única en la historia conocida de las premoniciones matemáticas. El diagnóstico del médico que certificó su muerte establecía con denuedo: muerte por somnolencia.

Hay quien dice que ya antes otro matemático, llamado Gerolamo Cardano, había calculado la fecha de su muerte. Sin embargo, todo parece indicar que este médico notable, astrólogo y estudioso del azar debió recurrir al suicidio para alcanzar la precisión que después lograría Abraham de Moivre de manera natural.

En realidad, este hecho notable en la vida de Cardano se debe más a su actividad como astrólogo. Algunas versiones históricas dicen que un día decidió hacer su propio horóscopo pronosticando su muerte antes de cumplir 75 años. Cuando se acercaba a esa edad notó que su salud se encontraba en perfectas condiciones. Resolvió entonces dejar de comer y beber para estar en posición apropiada de cumplir con sus meticulosas predicciones. El destino cifrado en la posición de los astros no podría fallar sin un costo a su prestigio. Se dice que

consiguió acertar la profecía con margen de sólo tres días. Había nacido el 24 de septiembre de 1501 y murió el 21 de septiembre, es decir, casi 75 años más tarde.

[1] “Talla de los españoles”, http://fisiologoi.com/paginas/TALLA/tallaespanoles%20.htm.

[2] Información extraída del enlace: https://en.wikipedia.org/wiki/Llist_of_Presidents_of_the_United_States_by_age.

IQ

"Pregúntale a Marilyn", así se titula la columna dominical de la revista *Parade* que desde 1986 escribe la persona con el mayor coeficiente de inteligencia registrado en *El libro Guinness de los récords*. Marilyn estuvo listada de 1986 a 1989 como "la persona con el más alto IQ del mundo".

Según esto, el Coeficiente de Inteligencia promedio, (IQ, por sus siglas en inglés) de la población mundial es de 100, el IQ de Marilyn llegó a ser de 228.5 en algunas pruebas. Éste es el número que ella cita en sus entrevistas y el que la colocó en la cima de la fama.

Cuando uno lee que Marilyn posee el IQ más alto del mundo, piensa de inmediato que quizá esto no sea verdad porque no se ha medido el IQ de muchos otros en el planeta y, por lo tanto, no podemos saber si existe alguien que la supere. Sin embargo, observando la distribución estadística que sigue el IQ nos damos cuenta de que la probabilidad de que encontremos a alguien más en el mundo con un IQ igual o superior, es extremadamente pequeña, tanto que bien podemos decir que no existe nadie más. Marilyn es, por mucho, el ser humano más inteligente de cuantos seres humanos existen, han existido y existirán.

La desviación estándar de la distribución estadística medida del IQ es de 15 con una media en 100. Esto quiere decir que con un IQ de 228.5 Marilyn se encuentra a 8.5 desviaciones estándar de la media, tan lejos en la distribución que es difícil hacer estimaciones en esa región.

Si consideramos que la distribución es gaussiana —como afirman los especialistas—, se puede calcular el área bajo la curva más allá de las 8.5 desviaciones estándar con el fin de saber cuál es la probabilidad

de que encontremos a alguien con un IQ igual o mayor que el de Marilyn.

El área bajo la curva se obtiene con una operación matemática conocida como “integración”. No es necesario saber cómo hacerlo porque los valores de la “integral” para la distribución normal o gaussiana están tabulados. Estos valores son utilizados de manera muy frecuente en los análisis estadísticos de todo tipo de datos y por eso se les encuentra en tablas que todos podemos usar.

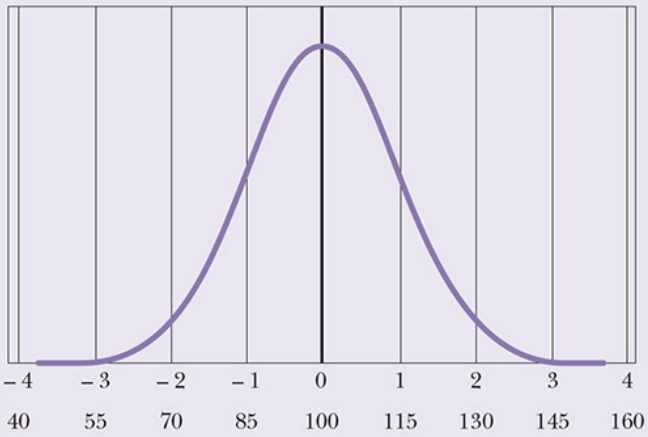
Sabemos por ejemplo que en el intervalo que define una desviación estándar se encuentra 68% de la población. Es decir, tenemos 68% de probabilidad de que una persona elegida al azar tenga un IQ entre 85 y 115. En un intervalo definido por tres desviaciones estándar tenemos ya a 99.7% de la población. Esto también significa que la probabilidad de que encontremos a alguien con un IQ más abajo de 55 o más arriba de 145 es sólo de 0.3%.

En un país como el nuestro, con 120 millones de habitantes, debemos tener 360 mil personas —que equivalen a 0.3% de la población total—, con un IQ por encima de 145. En términos estadísticos podemos decir que existen 180 mil personas con un IQ por debajo de 55 y 180 mil personas con un IQ por encima de los 145 puntos.

Si ahora nos alejamos más de la media y nos vamos a ocho desviaciones estándar, las tablas ya no darán estos valores tan inusuales. Debemos recurrir a la ayuda del programa Wolfram Alpha Pro online,[1] para encontrar que la integral correspondiente, en el intervalo de ocho desviaciones estándar, contiene al 99.999 999 999 999 875 58% de la población. Esto nos deja una fracción muy pequeña fuera de este intervalo. Sólo uno de cada 803 734 397 655 348 habitantes tiene un IQ más arriba de lo que representa ocho desviaciones estándar que es un IQ de 220.

¡Pero la población del mundo es de sólo 7 mil millones!… es decir, que la probabilidad de que exista en nuestro planeta una persona con un IQ igual o mayor al de Marilyn es de 0.000008. Ésta es la manera

estadística de decir que no existe nadie. Si consideramos que por facilidad en el cálculo hemos tomado ocho desviaciones estándar y no 8.5, que es la desviación real del IQ de Marilyn, la probabilidad es aún menor.



Distribución estadística de IQ. En la horizontal se muestra el número de desviaciones estándar en que las líneas verticales se alejan de la media.

En 1995, Carl Haub hizo una estimación de la cantidad de gente que ha existido a lo largo de la historia.[2] La estimación se actualizó en 2002. El cálculo es muy difícil por muchas razones: no sabemos cuándo exactamente aparecieron los seres humanos, si bien tenemos censos poblacionales en los últimos siglos, pocos de éstos son confiables y muchas de las personas que nacieron probablemente no pasaron del primer año de vida. Con estimaciones educadas de todos estos problemas y otros, Carlo Haub estimó que en el transcurso de todos los tiempos han vivido 106 mil millones de personas.

Este número incluye a todos aquellos que vivieron sólo por un instante cuando la mortandad infantil era considerable.

Con esto podemos calcular fácilmente que la probabilidad de que haya existido una persona con un IQ igual o mayor al de Marilyn es de 0.00013, lo cual equivale a decir que no existió nunca nadie, en toda la historia de la humanidad con un IQ igual o mayor al de ella.

En términos probabilísticos jamás existió, ni existe hoy, nadie con

una inteligencia tan alta como la que tiene Marilyn vos Savant. Cada año nacen en el mundo alrededor de 80 millones de personas. Es muy probable que el número disminuya con el tiempo, pero aun si consideramos que permanecerá constante, después de un siglo habrán nacido 8 mil millones de personas más. Muchos morirán, pero estamos interesados en todos los que nacen y no en el crecimiento poblacional.

Lo anterior no cambiará las cosas, en esos 100 años no habrá nacido nadie con un coeficiente de inteligencia tan alto. Por supuesto que nadie sabe cómo será el mundo en 100 años ni qué pasará después, pero si las cosas siguieran como están y la gente siguiera naciendo al ritmo que nace hoy, tendrían que pasar 10 mil milenios para que algún día llegue a nacer alguien con un IQ igual al de Marilyn.

Según los cálculos de Carl Haub, han transcurrido 52 mil años desde que apareció el homínido, pero tendrían que transcurrir 10 millones de años más para que vuelva a aparecer alguien con el IQ de Marilyn vos Savant.

Claro que la humanidad podría haber desaparecido. De no ser así, quizá el concepto de inteligencia habrá cambiado… pero, ¡cuidado!, no hemos considerado las consecuencias de que Marilyn exista. De hoy en adelante tendremos correlaciones genéticas que se generarán con la aparición de Marilyn. El que tengamos a una persona con tal arreglo biológico, genético y neuronal introduce en la población la posibilidad de que las características sean heredadas y que por tanto en el futuro aparezcan más personas de su linaje con un IQ excepcional.

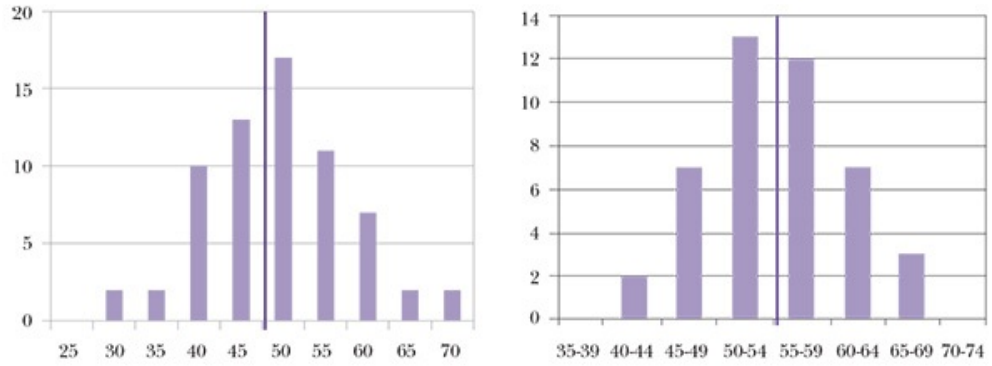
Más aún, puede ser que la aparición de ella obedezca a algún agente causal que ignoramos y que podría provocar la aparición de más personas con su capacidad.

Marilyn vos Savant es, desde el punto de vista estadístico, tan excepcional que deberíamos saber más de ella. Apuesto a que usted sabe muy poco de este extraordinario ser viviente que es también un fenómeno de la naturaleza.

Resulta curioso y afortunado que el ser más inteligente de cuantos han existido y existirán haya nacido en Estados Unidos y que, además, siendo aún una niña, haya pasado por una prueba para medir el IQ. De esta manera nos dimos muy pronto cuenta de que se trataba de un ser humano único en la historia y futuro de nuestro género. Si esto hubiera ocurrido en algún lugar olvidado del continente africano nadie se hubiera percatado de tan singular evento.

Las pruebas de IQ son diseñadas para dar una distribución gaussiana al ser aplicadas a la población. No obstante, hay quien argumenta que la distribución estadística de IQ no puede ser gaussiana porque de entrada la distribución estadística está cortada "por abajo" en cero. Alguien puede ser perfectamente estúpido pero no menos que eso. En todo caso las distribuciones que reportan los expertos son "normales" como los son muchas otras en muy diversas áreas.

Por ejemplo, la edad de los presidentes de México y de Estados Unidos al iniciar sus mandatos sigue una distribución gaussiana.



La edad de los presidentes al tomar posesión sigue una distribución normal: izquierda México, derecha Estados Unidos.[3] La línea gruesa marca la media en 55 años para Estados Unidos. El promedio en México es de 47.2 años con una desviación estándar de 8.5 años.

La distribución gaussiana se prolonga indefinidamente hacia valores cada vez más alejados de la media. Aunque matemáticamente no tiene fin y siempre habrá un valor de probabilidad para el más raro de los eventos descritos por esta distribución, si existen límites impuestos por el fenómeno mismo. Como hemos visto, la estadística pone límites cuando la población necesaria para que un evento ocurra es tan grande que no se conseguirá nunca. La distribución gaussiana de la edad que tienen los presidentes de Estados Unidos al tomar

posesión nos muestra que es muy improbable que se llegue a tener uno que asuma con 200 años de edad. Usted puede pensar que aun así, es probable que llegue a ocurrir pero recuerde que podría haber límites legales de edad para ser presidente. Eso cortaría la distribución de manera abrupta por razones que están fuera de la realización estadística y probabilística. En México existe hoy el requerimiento legal de que el presidente sea mayor de 35 años de edad, por mencionar un ejemplo. Además, se tienen límites biológicos expresados en lo que llamamos esperanza de vida, entre otros.

Medir la inteligencia de las personas con un solo número al que llamamos IQ ha sido muy controversial. Marilyn también lo considera así.[4] *El libro Guinness de los récords* retiró esta categoría de su publicación desde 1990 porque encontró que las pruebas que se realizan para medir el IQ son poco confiables.

—¿Cuál es la talla de sus pantalones?

—No entiendo, ¿qué tiene que ver eso con lo que estamos discutiendo?

—Probablemente usted es 32 de cintura por 33 en el tiro de la entrepierna. Se necesitan dos números para medir su trasero, pero uno solo para medir el futuro de mi hijo.

Ésta es la conversación que Cooper sostiene con el profesor de su hijo Tom, al inicio de la película “Interstellar”. El resultado escolar de Tom es muy bajo como para seguir en la universidad y el director del colegio ha llamado a su padre para decirle que su hijo será granjero.

En su libro *El planeta que no estaba*, Isaac Asimov escribió: “odio tener que maltratar el test de inteligencia, porque siempre me favorece. Cuando me lo hacen normalmente termino por tener mucho más de 160, y todavía así me están subestimando porque casi siempre el tiempo que me lleva hacerlo es menor que el asignado”.[5]

En este ensayo Isaac Asimov narra cómo él mismo se puso a prueba con un test que terminó en 15 minutos cuando el tiempo recomendado era de media hora. Al evaluar, encontró que tenía un IQ de 135. Entonces consideró pertinente multiplicar por dos, dado que le llevó la mitad del tiempo terminarlo. De este modo “decidió” tener un IQ de 270, que le gustaba aunque no estaba seguro de que su procedimiento de cálculo fuera correcto. Además de que satisfacía mejor su amor propio.

Aunque fue nombrado vicepresidente de una organización inglesa que admitía a sus miembros con base en el IQ que poseían, Asimov afirmó en este ensayo que "éste no significa nada".

En 1981 Stephen Jay Gould publicó un libro que contiene una revisión histórica de los esfuerzos por medir la inteligencia de los seres humanos. En *La falsa medida del hombre*, Gould plantea que tanto la craneometría en el pasado como los test psicológicos en la actualidad se basan en dos falacias: reificación, que es la tendencia de convertir conceptos abstractos en entidades "reales" como el IQ, y nuestra tendencia a clasificar de manera ordenada y ascendente variables muy complejas.

Marilyn obtuvo más fama aún cuando en 1990 un lector de su columna le planteó el famoso problema de Monty Hall. Este problema lo había discutido Martin Gardner en *Scientific American* en 1959, pero la respuesta de Marilyn en el periódico desconcertó a propios y extraños. Se hizo un alboroto tan grande que incluso el gran matemático Erdös resbaló. No discutiremos aquí esta maravillosa historia porque Marilyn la ha presentado en su libro: *El poder del pensamiento lógico*, y quién mejor que ella para contar lo ocurrido.

Marilyn no sólo ha gozado de los privilegios que implica ser la más inteligente de todos los tiempos, ha estado también en la lupa de los críticos y existen listados de los errores cometidos por ella. En su columna del 2 de enero de 2012 Marilyn admitió haber cometido un error que fue publicado el 25 de diciembre de 2011. Uno de sus lectores le había preguntado lo siguiente:

> Yo organizo un programa de prueba de fármacos para una empresa con 400 empleados. Cada tres meses seleccionamos a 100 de los empleados de manera azarosa. Posteriormente, los nombres elegidos regresan a la lista de todos los empleados. La probabilidad de que un empleado sea elegido es, pues, de 25%, pero ¿cuál es la probabilidad de que sea elegido en el curso de un año?

Marilyn contestó:

> La probabilidad sigue siendo 25%, a pesar de la repetición de las pruebas. Uno podría pensar que a medida que el número de pruebas aumenta la probabilidad de que uno sea elegido se incrementa, pero mientras el número de empleados siga siendo el mismo la probabilidad seguirá siendo la misma.

Y agregó: "esto va contra la intuición, ¿no es verdad?".

Marilyn tuvo la ocasión de corregir, por supuesto que se trata de un error tan elemental que despierta la incredulidad de cualquiera. No obstante debemos recordar que grandes genios se han equivocado.

Edgar Allan Poe escribió muchas historias cortas de horror y por lo menos una de error. En una antología, el famoso escritor norteamericano dice:

> Nada más difícil que convencer al lector general del hecho de que tener dos números seis consecutivos en el lanzamiento de un dado, es causa suficiente para no apostar a un tercer número seis. Una sugerencia de este tipo es rechazada de inmediato por la intuición. No parece real que dos lanzamientos que han sido efectuados y que han quedado en el pasado puedan influenciar un lanzamiento del futuro.

Desdichada declaración de un gran escritor:

Sabemos que cada evento de lanzar un dado es independiente del otro y que la probabilidad será la misma sin importar el resultado anterior. El genial Edgar Allan Poe se equivocó.

El famoso matemático y enciclopedista Jean Le Rond d'Alembert cometió un error que hoy parecería asombroso a cualquier estudiante de los primeros semestres de la universidad. En 1754 D'Alembert calculó la probabilidad de que salga águila por lo menos una vez al lanzar dos monedas al aire. Según el matemático francés existen tres posibilidades:

- águila en el primer lanzamiento,
- águila en el segundo lanzamiento,
- ninguna águila.

Con tres casos posibles y dos favorables la probabilidad sería pues $^2/_3$. A D'Alembert le faltó un caso posible. Los posibles resultados del experimento son cuatro:

- águila águila
- águila sol
- sol águila
- sol sol

Tenemos tres casos favorables en cuatro casos posibles, lo que nos da pues una probabilidad de $^3/_4$.

Ser un genio no significa que no cometa errores. Tratándose de un IQ extremo no deja de ser revelador el que la famosa sentencia “todos cometemos errores” sea válida a 228.5 en la escala de IQ.

No sabemos qué pasará más allá de los 228.5 ¿Quizá alguien con un IQ de 240 no cometería jamás un error? ¿Qué ocurre cuando el cerebro alcanza tales niveles de procesamiento de la información?

No sabemos cómo será el mundo para alguien con un IQ tan alto, pero sí sabemos que Marilyn, con un IQ de 228.5, le ha dado a la humanidad algunos libros y una columna en el periódico *Parade*. Por cierto, que en uno de esos libros nos dice: “su destreza intelectual puede ser descrita como su habilidad para distinguir a niveles más y más finos, lo que tiene sentido de lo que no”. Yo creo que un IQ de 228.5 parece no tener mucho sentido.

[1] WolframAlpha.com.

[2] Carl Haub, “How Many People Have Ever Lived on Earth?”, en *Population Today*, vol. 30, núm 8.

[3] Información extraída del enlace https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Presidents_of_the_United_States_by_age.

[4] Marilyn vos Savant, “Ask Marilyn: Are Men Smarter Than Women?”, en *Parade* (11 de octubre de 2007): https://web.archive.org/web/20071011225653/http://www.parade.com:80/articles/editions/2005/edition_(17-2005/featured_0.

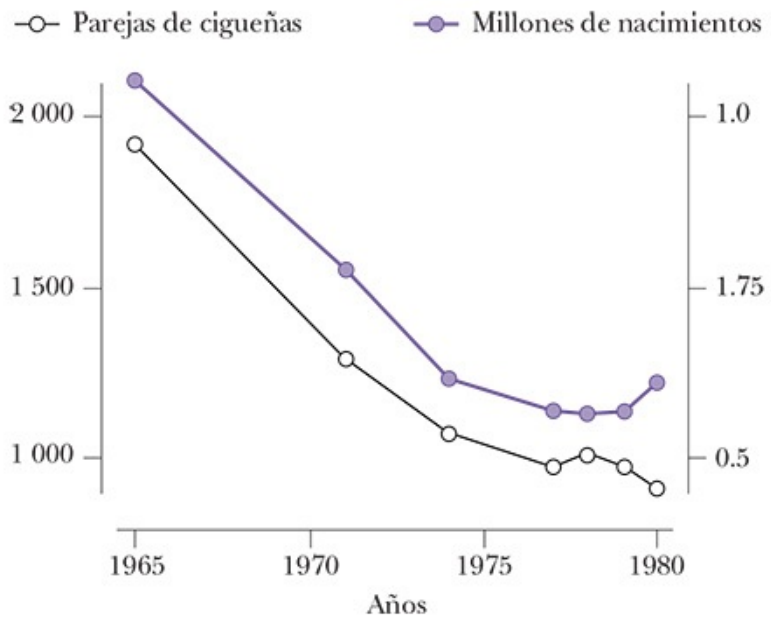
[5] Isaac Asimov, *El planeta que no estaba*.

LAS CIGÜEÑAS Y LOS BEBÉS

Las cigüeñas se emparejan para toda la vida y construyen un nido grande que usan por muchos años. En él acluecan y alimentan a sus crías. Quizá por esto es que, desde la antigüedad, se les atribuye la importantísima tarea de entregar los recién nacidos a sus padres. Son aves migratorias que vuelan grandes distancias para pasar el invierno en lugares más cálidos. Aunque en nuestro continente no existen, sabemos de sus vuelos trasatlánticos desde París en los que cubren distancias parecidas a las registradas cuando parten de Europa al sur de África para pasar el invierno.

Alrededor de estas aves existen muchas historias. En fechas recientes una de éstas cautivó la atención de mucha gente. Ocurrió en Croacia cuando una cigüeña fue herida por un cazador. El portero de una escuela cercana la encontró en el campo, con el ala destrozada cerca de la localidad Slavonski Brod a 200 kilómetros de Zagreb. El conserje la curó y le construyó un nido en el tejado del colegio. Un tiempo después, cuando la región se llenó de cigüeñas que vienen de África para la primavera, la cigüeña herida atrapó la atención de un macho con quien crió a sus primeros polluelos. Han pasado ya muchos años desde entonces y la pareja ha dado vida a 35 cigüeñas. Cuando el otoño llega, el enamorado levanta el vuelo, llama una y otra vez a la madre herida que no puede seguirlo y desaparece finalmente en el horizonte para realizar una travesía larga hasta el sur de África. Reaparece de nuevo en la primavera para reparar el nido, llevar comida fresca y alimentar a los polluelos.

En los últimos tiempos la idea de que los bebés son el resultado de la reproducción sexual ha cobrado mayor fuerza y son ya pocas las personas que sostienen que las cigüeñas son las portadoras de los recién nacidos. Sin embargo, ahora se tiene evidencia estadística que demuestra de manera contundente el carácter demográfico de esta ave ciconiforme.



Gráfica del artículo de Helmut Sies, publicado en la revista *Nature* 332 (1988) 495. Se muestra la población de cigüeñas en Alemania Occidental comparada con el número de nacimientos de bebés en el mismo periodo.

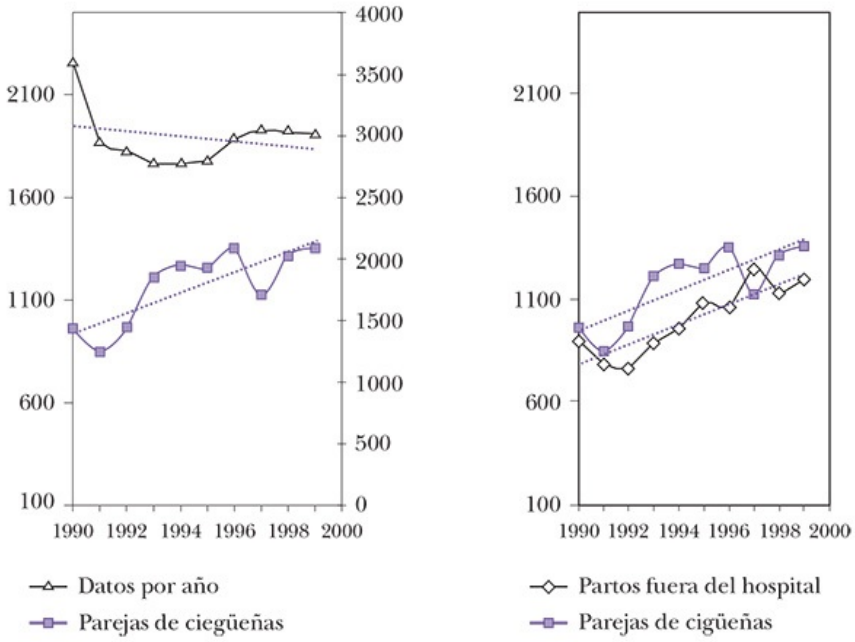
Un estudio publicado en la prestigiosa revista *Nature* demuestra que el número de parejas de cigüeñas está correlacionado con el número de nacimientos en Alemania Occidental.[1] El profesor Helmut Sies publicó la gráfica que recopila el número de consortes alados entre 1965 y principios de la década de los ochenta. La población de cigüeñas ha descendido desde que se comenzó a registrar su presencia. El investigador hizo el mismo estudio para los nacimientos de bebés en el mismo periodo y los resultados han sido resumidos en un gráfico que demuestra un comportamiento correlacionado entre ambos parámetros.

Se puede ver que la población de cigüeñas así como del número de nacimientos ha disminuido en términos generales, pero entre 1975 y 1980 la población de familias de cigüeñas aumentó ligeramente con respecto a la tendencia marcada por los años anteriores y la curva de nacimientos hizo lo mismo con un ligero retraso comprensible en términos causales. Luego el número de aves disminuyó nuevamente, por lo que se esperaría, en su momento, una continuada disminución en el número de nacimientos de bebés.

El mismo estudio fue retomado en fechas más recientes y los resultados fueron publicados en la revista *Paediatric Perinatal Epidemiology* por el doctor

Thomas Höfer, Hildegard Przyrembel y Silvia Verleger del Bundesinstitut für Risikobewertung, National Breast Feeding Committee at BfR y el Independent Midwife de Berlín, respectivamente.[2] En el reporte de sus investigaciones los autores presentan evidencia en apoyo a la teoría de las cigüeñas como origen real de los niños en nuestra sociedad.

Algunos argumentos irrebatibles en favor de la teoría de las cigüeñas son los eventos observacionales que, primero que nada, acreditan la existencia misma de estas aves, convalidado por los más reconocidos ornitólogos. Así mismo y en contra de la teoría que establece el origen sexual de los niños, es bien conocido el hecho de que no toda transacción sexual conduce a embarazos y subsecuentes partos. Tampoco todo parto puede referirse a una relación sexual (esto quedó documentado en el Nuevo Testamento de la Biblia, en el que, como ha señalado Hoefer, se describe un embarazo por vía extramarital).



Cigüeñas en Brandenburgo y tasa de nacimientos en Berlín, Alemania, entre 1990 y 1999. Izquierda: los triángulos abiertos muestran el número de partos por año en clínicas de Berlín. Derecha: los diamantes abiertos muestran el número de partos por año fuera de hospitales. El número de parejas de cigüeñas se muestra con cuadrados llenos en ambos gráficos. Las líneas son el resultado de un ajuste.[3]

Los datos obtenidos se muestran en el gráfico, que deja ver una caída en la

razón de nacimientos entre 1990 y 1994 seguido por un crecimiento hasta 1997 que luego se estabiliza a una razón constante hasta 1999. En el mismo gráfico se puede ver la población de cigüeñas que crece en todo el periodo. Ante esta aparente independencia de los dos fenómenos, los investigadores decidieron revisar el número de partos que ocurren fuera de los hospitales. Si bien, la correlación entre partos en hospitales y número de cigüeñas no parece tener relación, el número de partos fuera de los hospitales sí la tiene.

Como se ha señalado en la referencia, esta correlación con partos fuera de hospitales y no con los partos clínicos es perfectamente congruente con el hecho de que los hospitales mantienen las ventanas cerradas y los aires acondicionados en su interior, limitando de esta manera el acceso de las cigüeñas.

Country	Arena (km^2)	Storks (pairs)	Humans (10^6)	Birth rate (10^3/yr)
Albania	28 750	100	3.2	8.3
Austria	83 860	300	7.6	87
Belgium	30 520	1	9.9	118
Bulgaria	111 000	5 000	9.0	117
Denmark	43 100	9	5.1	59
France	544 00	140	56	774
Germany	357 000	3 300	78	901
Greece	132 000	2 500	10	106
Holland	41 900	4	15	188
Hungary	93 00	5 000	11	124
Italy	301 280	5	57	551
Poland	312 680	30 000	38	610
Portugal	92 390	1 500	10	120
Romania	237 500	5 000	23	367
Spain	504 750	8 000	39	439
Switzerland	41 290	150	6.7	82
Turkey	779 459	25 000	56	1 576

Tabla extraída de Robert Mattheu “Stoiks deliver Babie (p=0.008)”.

Los resultados del estudio revelan, pues, una correlación estadística estrecha entre el número de cigüeñas y el número de partos no clínicos. Si bien la intervención médica puede reemplazar a las cigüeñas, el hecho deberá ser demostrado por aquellos que aún consideran inaceptable la teoría de los

nacimientos a partir del ave de pico largo y alas extensas.

En otro estudio realizado de manera independiente,[4] se registró el número de nacimientos en 17 países de Europa entre 1980 y 1990, así como el número de parejas de cigüeñas en el mismo periodo. La gráfica —que no mostramos— con el número de parejas de cigüeñas en la horizontal y los nacimientos por año en la vertical para estos países muestra un comportamiento lineal con una correlación alta. Se llega pues a la misma conclusión.

Entre los principales opositores a la evidencia estadística están los que consideran que correlación no es igual a causalidad. La correlación, dicen, se produce cuando dos eventos ocurren al mismo tiempo. Es muy posible que entre los acontecimientos correlacionados exista algo que los asocia, pero ésta no es necesariamente una relación de causalidad.

Argumentan que lo que se hace en el estudio de las cigüeñas y los nacimientos es sólo una comparación entre dos variables que cambian de manera parecida al mismo tiempo.

La famosa frase en latín *Cum hoc ergo propter hoc*, que significa “Con esto, por tanto a causa de esto”, es utilizada para evocar una falacia en la que se infiere que dos eventos están conectados por una causa sólo porque ocurren de manera sincronizada.

A menudo se alude a la existencia de un “factor de confusión”. Esto es una variable que no puede ser controlada en el experimento, lo que invalida los resultados. Por ejemplo: la depresión puede ser un factor de confusión al momento de medir el tiempo de sueño habitual.

Dados dos eventos A y B, la correlación estadística entre ellos permite decir que existen cuatro posibilidades:

- Inferencia invertida: B es la causa de A.
  Ejemplo: en el pasado, las compañías tabacaleras sugirieron que el cáncer hacía que las personas fumaran para evitar el dolor.
- Existencia de un tercer factor que causa de la relación entre A y B
  Ejemplo: podría ser que las buenas condiciones de producción de alimentos en campos agrícolas atraigan a las cigüeñas al

mismo tiempo que aumenta el optimismo de las personas. Cuando la gente es optimista la población tiende a crecer.

- Relación compleja: A y B sólo coinciden.
- Relación sinérgica o simbiótica: B es la causa de A y al mismo tiempo A es la causa de B.

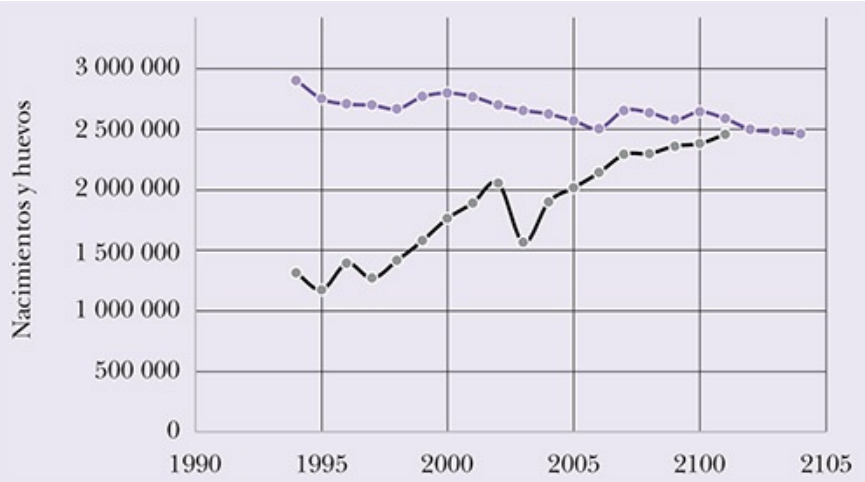
  Ejemplo: El funcionamiento concertado de los órganos del cuerpo para realizar una función. La respiración es una actividad sinérgica de varios órganos que la favorecen.

En el estudio de nacimientos en 17 países que mencionamos arriba,[5] se propone el área territorial como un factor de confusión. Un área mayor favorece un mayor número de cigüeñas, así como una mayor población humana y por tanto un mayor número de nacimientos.

En todo caso, el reclamo de causalidad tiene condicionantes: el tiempo de precedencia en las variables que se estudian, la relación entre ellas y el conocimiento del fenómeno.

Dado que la correlación es la confrontación de entes que cambian al mismo tiempo es más fácil encontrar correlaciones que encontrar relaciones de causa y efecto.

También son relevantes las anticorrelaciones, que son variables que cambian de manera sincronizada e inversa. Por ejemplo: tenemos en México el número de nacimientos desde 1994 que se muestra en la gráfica de la figura. Uno puede ver que éste ha disminuido desde que se tiene registro en las bases de datos del Inegi.



Volumen de la producción de huevo para plato (negro) y nacimientos en México (morado).[6]

Curiosamente, la producción en toneladas de huevo para plato ha aumentado. Del comportamiento de ambas variables uno puede deducir que las cigüeñas no vienen más a México nos se están comiendo los huevos de aves (lo que seguramente genera inquietud en las aves de pico largo). La explicación: estos pájaros están viendo con temor cómo los mexicanos comen cada día más huevos sin dar importancia al propósito original de los mismos. Las cigüeñas se ven desmotivadas a cruzar el Atlántico desde París y por tanto un mayor consumo de huevos implica un menor número de nacimientos. A esto se lo conoce como anticorrelación porque cuando una variable aumenta la otra disminuye.

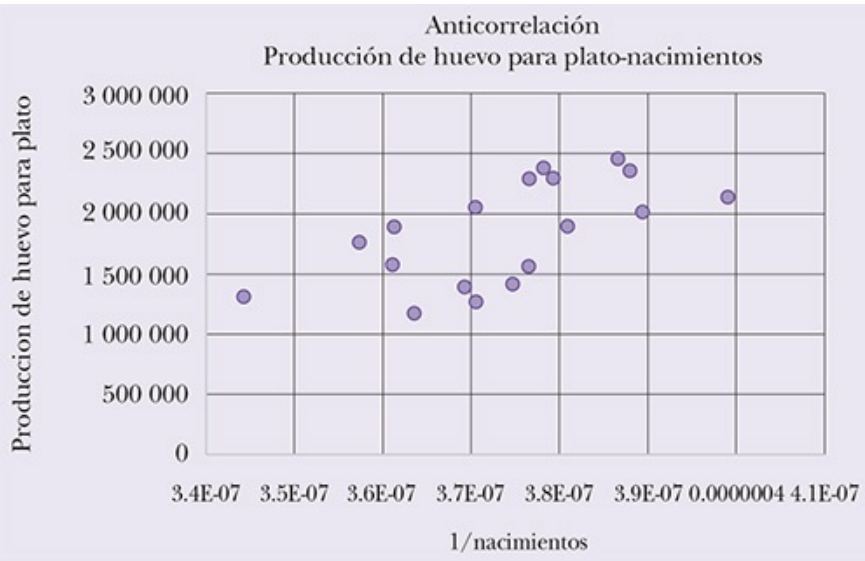


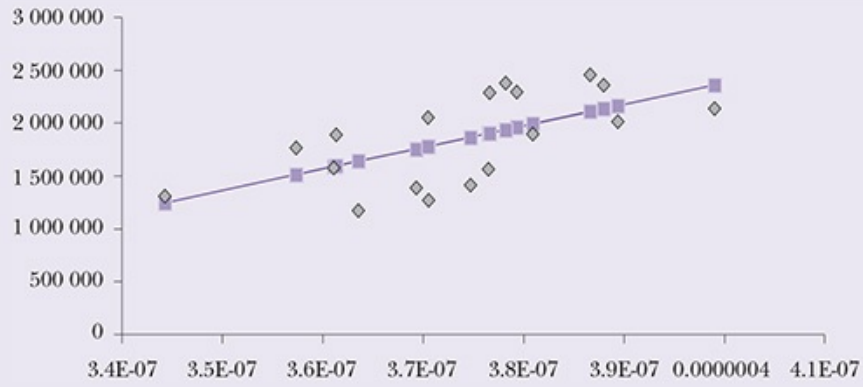
Gráfico de anticorrelación: producción en toneladas de huevo para plato en la vertical y el inverso de los nacimientos en la horizontal. Datos del Inegi.[7]

Al graficar ambas variables se puede obtener una relación lineal con el inverso de una de ellas. Siendo una anticorrelación buscamos el comportamiento lineal con el inverso de una de las variables.

En la figura se puede ver cómo se agrupan los datos alrededor de una línea.

Una “regresión lineal” o ajuste a una línea recta nos dará el grado de correlación que mantienen estas variables. Este ajuste se muestra en la figura de abajo en la que se ha marcado sobre la línea con un cuadro morado lleno los lugares en que se han tomado datos para calcular el lugar por donde debe pasar la recta. La recta es aquella que minimiza la suma de las distancias a los puntos.

El coeficiente de correlación que se obtiene no es malo.



Regresión que arroja un coeficiente de correlación de 0.63.

[1] Helmut Sies, “A new parameter for sex education”, en *Nature*, vol. 332 (7 de abril de 1988).

[2] Thomas Hoefer *et al.*, “New evidence for the theory of the stork”, en *Paediatric Perinatal Epidemiology*, vol. 18, núm. 1 (2004).

[3] Ibíd.

[4] Robert Matthews, “Storks deliver Babies (p=0.008)”, en *Teaching Statitiscs*, vol. 22 (2000).

[5] Ibíd.

[6] Ibíd.

[7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), http://www.inegi.org.mx/, Banco de Información Inegi. Sagarpa: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación 2007-2010 (Sagarpa), Servicios de Información Agroalimentaria y Pesca 2011 (SIAP).

CAMBIO CLIMÁTICO: MITO O REALIDAD

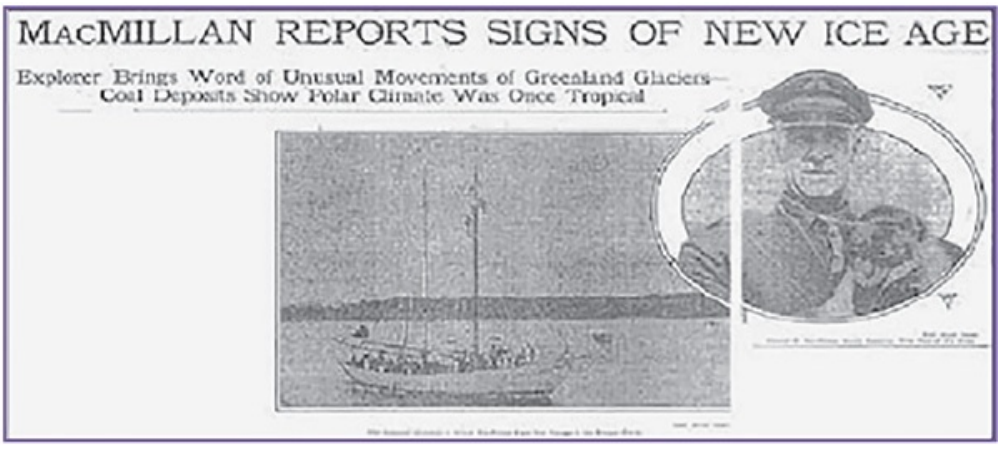
En la década de los años setenta el enfriamiento global era inminente. Una catástrofe climática hacía titulares en los diarios que anunciaban la llegada de una nueva era glacial. La temperatura de nuestro planeta venía cayendo desde 1940 —como puede verse en el gráfico de cambio de temperatura en el hemisferio norte que se publicó en el reporte de la National Academy of Sciences.[1] Antes de eso, la temperatura había subido y había bajado como lo ha hecho siempre desde que nuestro plantea existe.

El 4 de julio de 1923 el periódico *The New York Times* publicó una nota con el título: “MacMillan sails north”, es decir, “MacMillan navega al norte” y agregaba: “el explorador espera determinar si la nueva era de hielo se aproxima”. En aquellos tiempos como en los años setenta, también se temía la formación de una nueva era fría para nuestro planeta. El avance de los glaciares en los 70 años anteriores parecía indicarlo y el capitán MacMillan prometió traer consigo la prueba científica.

Donald Baxter MacMillan había acompañado a Robert Peary en una expedición 26 años antes de que éste reclamara haber alcanzado el Polo Norte. Se hizo famoso cuando en 1913 viajó al norte de Groenlandia para verificar la existencia de la Isla Crocker que había sido avistada por Robert Peary en uno de sus viajes. Entonces MacMillan anunció que no existía ese territorio nuevo, se había tratado sólo de un espejismo de Robert Peary. La desilusión del norteamericano MacMillan al no tener tierra que conquistar empeoró cuando la expedición quedó varada en el hielo hasta 1917, cuando finalmente fue rescatada por el capitán Robert Bartlett.

En su misión patrocinada por la National Geographical Society, MacMillan reportó haber observado el más grande glaciar, así como un incremento general de glaciares no observado antes, y en septiembre de 1924 el periódico *The New York Times* declaró que la amenaza era real: “MacMillan reporta signos de una

nueva era glacial”.



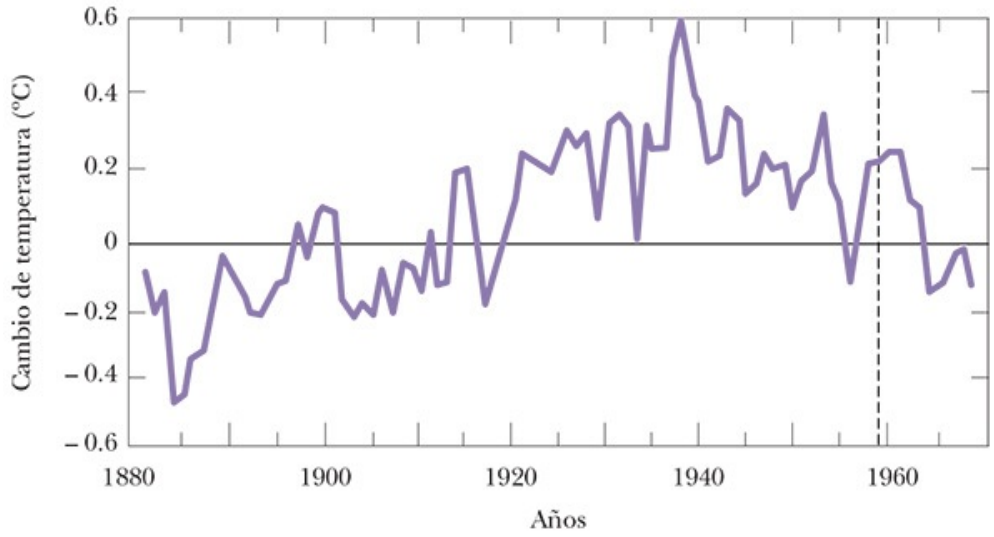
MACMILLAN REPORTS SIGNS OF NEW ICE AGE

Explorer Brings Word of Unusual Movements of Greenland Glaciers—
Coal Deposits Show Polar Climate Was Once Tropical

Fragmento de *The New York Times*, del 18 de septiembre de 1924.

Luego la temperatura comenzó a subir hasta alcanzar un incremento de 0.6 grados, según indican las mediciones de aquellos años. El planeta se recuperaba para que en los años cuarenta comenzara nuevamente a caer alarmando a una generación nueva de meteorólogos con el mismo gélido escenario que llevó a MacMillan a buscar glaciares.

Hoy en día el mismo incremento se nos presenta, como la llegada de la peor de las contingencias, un cataclismo de autodestrucción, la desaparición de las playas, la hecatombe de Bangladesh, la hundimiento de Venecia, el fin de los osos polares, epidemias y calamidades sin límite.[2] Lo nuevo de nuestra época no es el continuo ir y venir de las temperaturas, sino la autoflagelación y una nueva doctrina en la que nosotros mismos somos la plaga del planeta. El calentamiento global ha sido provocado por el ser humano y pronto acabará con él.



Cambio global de temperatura media anual en el hemisferio norte en 1975. Fuente: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/b/bd/DSCN4904-nas-a.6_crop.jpg. Figura A.6 del reporte de 1975 de NAS, titulado: "Understanding Climatic Change": A program for action, p. 148.[3]

El temor que hoy vemos en los medios de comunicación por el aumento de temperatura ya existió en la década de los setenta por el descenso —como también existió en los veinte. Curiosamente de 1920 a 1940 no hubo calentamiento, sino recuperación de la temperatura. Más aún, si consideramos las temperaturas desde 1885 podemos ver que el hemisferio norte experimentó un incremento de poco más de un grado centígrado hasta 1940.

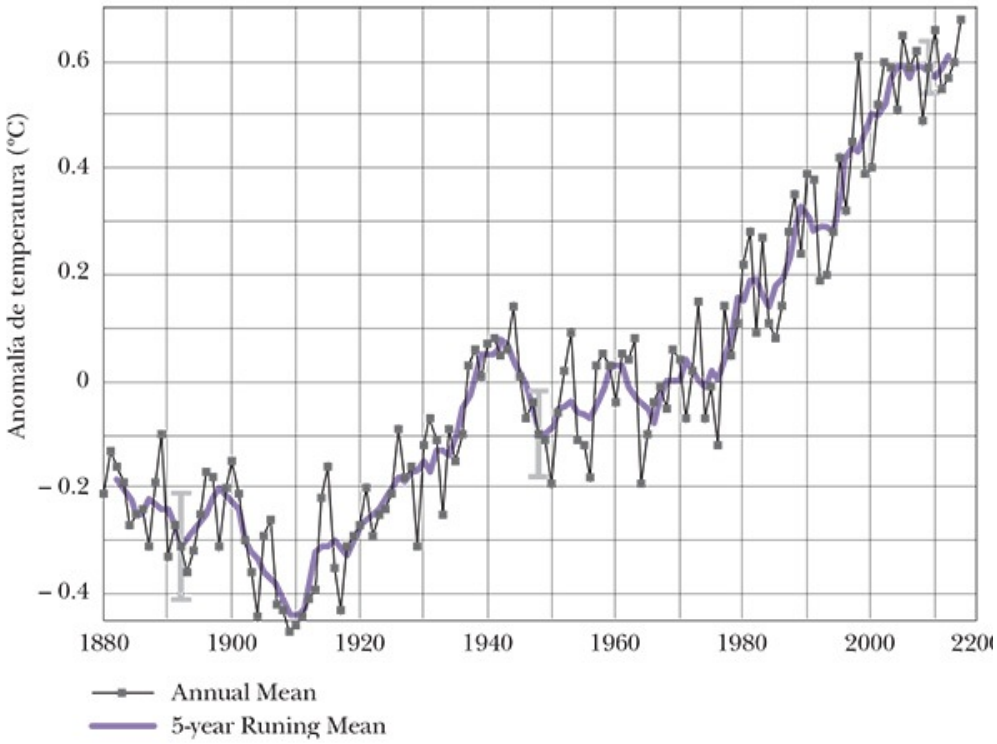
A esta época de temor ante la inminente caída de las temperaturas que se dio en los años setenta se le conoce hoy como la "falacia de la era de hielo". Los escépticos ante la preocupación actual por el calentamiento global a menudo usan esta variabilidad en la opinión y la interpretación de los datos para desacreditar la posición contemporánea que es mayoritaria y alarmante en favor del calentamiento.

Si bien esto parece mostrar fenómenos sociales naturales, tendencias de la moda, estragos de un traumático abandono del paraíso y la llegada del apocalipsis, no creemos que sea un buen argumento contra la doctrina de calentamiento global. Después de todo, la comprensión de los fenómenos ha mejorado y es de sabios cambiar de opinión.

Al comparar los cambios de temperatura reportados en 1975 y los más recientes,[4] llama la atención que los valores sean tan diferentes. Si bien los de

1975 se refieren sólo al hemisferio norte, uno esperaría algún tipo de correlación, una correspondencia convincente o una explicación de la equivocación de aquellas mediciones. No discutiremos aquí este insidioso aspecto histórico.

El año pasado la NASA público los datos obtenidos con sus mejores computadoras sobre el comportamiento de las temperaturas y las precipitaciones pluviales para los próximos 100 años. Desde que lo hizo en junio de 2015, todos citan a la autoridad que representa una agencia aeroespacial con éxito histórico —salvo por algunas fallas de poca significancia.



Cambio en la temperatura global media desde 1880. Fuente: NASA Goddard Institute for Space Studies, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/.

Los datos climáticos de la NASA ofrecen un pronóstico de temperaturas máximas y mínimas diarias, así como precipitaciones para todo el planeta en el periodo de 1950 a 2100 con una resolución de 25 kilómetros cuadrados. Lo que los servicios meteorológicos regionales no consiguen hacer para los siguiente tres días, la NASA lo ofrece para 150 años.

Una de las gráficas publicadas por el nuevo paradigma de la modelación se

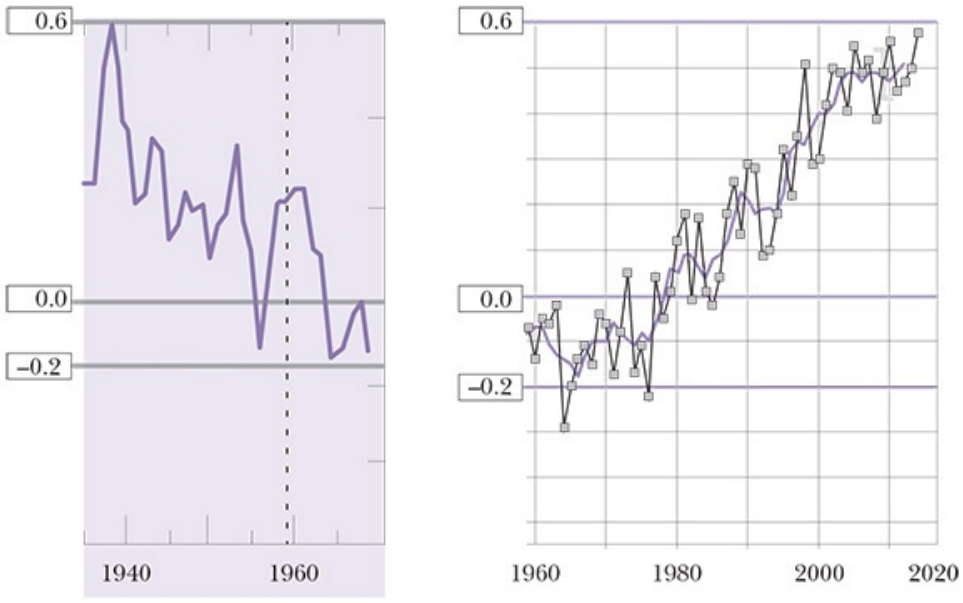
muestra aquí. En su libro clásico titulado *Cómo mentir con estadística*, Darrell Huff dice:

> supongamos que lo que usted quiere es ganar una discusión, impresionar al lector, moverlo a la acción, venderle algo. Para esto, al gráfico le falta sentimiento. Corte la parte de abajo. Ahora sí (además ahorra papel, algo que usted puede apuntar en caso de que algún criticón objete su engañoso gráfico).[5]

En el cuadro de temperaturas publicado por el NASA GISS —que reproducimos tal cual—, se puede ver que el eje vertical ha sido cortado por abajo, aun cuando los datos salen de escala. De esta manera se enfatiza el crecimiento del cambio en temperatura.

La escala vertical ayuda a mostrar que la temperatura aumentó y la línea morada "guía el ojo" de manera conveniente. En algunas reuniones de discusión del análisis de datos en que he participado, el colocar una línea así costaría una buena reprimenda de la audiencia. Los especialistas en análisis de datos consideran que es una manera de engañar. En los medios de comunicación, sin embargo, es muy útil porque no sólo guía al ojo, guía también las ideas del lector.

Darrell Huff continúa diciendo: "es la misma gráfica. Nada ha sido falsificado excepto la impresión que da".



Enfriamiento global de 0.8 grados en 35 años: 1935-1970 (izquierda).

Calentamiento global de 0.8 grados en 50 años: 1960-2010 (derecha).

El tema del cambio climático es ya propiedad de los medios de comunicación. Cuando un tema alcanza alto nivel de popularidad es inevitable la aparición de notas como la que apareció en el periódico más leído de España: *El País*, que anunciaba el 30 de julio de 1993: "El miércoles fue el día de julio más caluroso del siglo", y decía: "Fue el día del mes de julio más caluroso del siglo, según informó a Servimedia el Centro Meteorológico Territorial. Los técnicos aseguran que, aunque la máxima se superó en 1966 con 38.4 grados, se tiene en cuenta para el título de *día más caluroso* la temperatura media del día".[6]

También el *Daily Mail* en Inglaterra reportaba el 2 de octubre de 2011: "Britania se hornea en el día de octubre más caliente en 100 años […] ayer fue declarado oficialmente el día de octubre más abrasador en más de un siglo".[7]

De esta manera se quiere mostrar lo inusual de las altas temperaturas. Desafortunadamente, este tipo de notas pasa por alto el hecho de que el año tiene 365 días (excepto por los bisiestos que tienen 366) y que para cada día del año hay un año en los últimos 100 en el que la temperatura fue mayor que en todos los otros. Si los días más calientes están distribuidos de manera uniforme en todo el siglo, entonces tendremos cada año 3.65 días (es decir entre tres y cuatro) más calientes del siglo. Esto es un hecho natural en una distribución de temperaturas uniforme y no el resultado de una catástrofe climática.

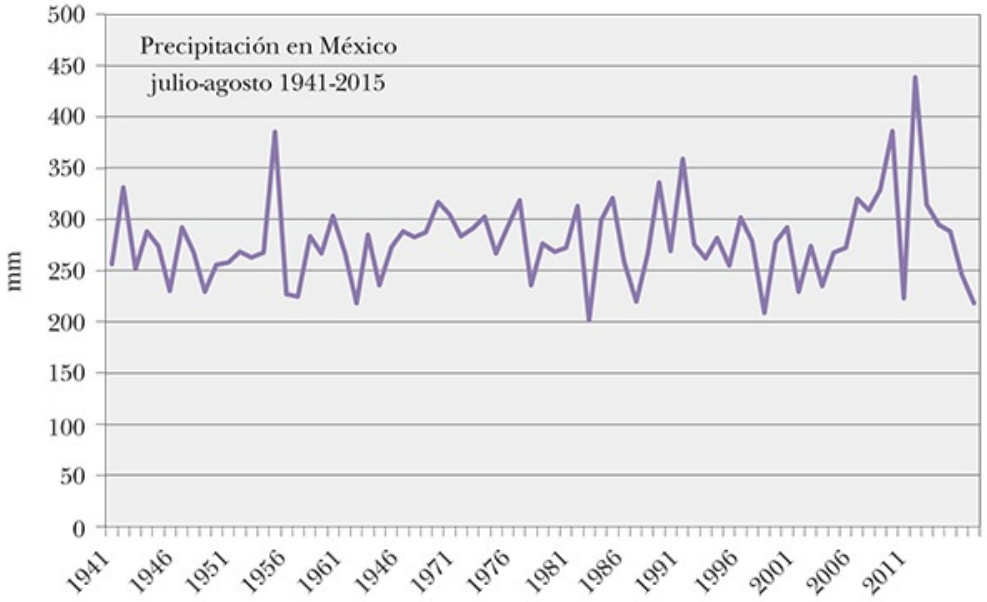
También por supuesto tendremos entre tres y cuatro días más fríos, entre tres y cuatro días con más vientos del siglo etcétera. De tal manera que *El País* y cualquier otro diario tendrán siempre la misma nota aunque el día del año con la titularidad "del más" irá cambiando año con año.

Pero, ¿por qué detenerse en sólo truncar el gráfico por abajo para amplificar

por arriba? Cuenta usted con más trucos. Haga de su modesto incremento en temperatura algo más notable. ¡Cambie usted la proporción de los ejes horizontal y vertical! Su intervalo de tiempo en la horizontal ha crecido en 30% con respecto al que tenía en 1975. Ahora cuenta con datos por 40 años más, pero la escala vertical sigue teniendo como máximo 0.6. Con estos cambios le da usted más vida al efecto deseado.

Como dato curioso le mostramos la información de precipitación en la república mexicana proporcionado por el Servicio Meteorológico Nacional. El intervalo de 75 años que van de 1940 a 2015 abarca los dos periodos de enfriamiento y calentamiento global de 0.8 grados. Es decir, en el gráfico de precipitación está el periodo en que nuestro planeta se enfrió en 0.8 grados centígrados en muy poco tiempo (35 años) y luego se calentó en un periodo más largo de 50 años por la misma cantidad de 0.8 grados.[8]

Precipitación en México en el bimestre enero-febrero en los últimos setenta y cinco años con la línea de tendencia que es horizontal.



Precipitación en México en el bimestre julio-agosto en los últimos 75 años.

Patrick Moore es uno de los fundadores de la organización ecologista Green Peace y miembro de la misma de 1971 a 1986. Con un doctorado en Ecología salió de Green Peace porque considera que hubo un cambio en la organización al abandonar la base científica para adoptar posturas políticas. Sobre el cambio climático Patrick Moore dice:

> soy estudiante de la historia y la filosofía de la ciencia y sé que el método científico no ha sido aplicado de manera tal que podamos probar que el bióxido de carbono está causando que la Tierra se caliente. Estoy convencido que el futuro mostrará que todo la histeria del cambio climático fue una completa fabricación.[9]

Por cierto, esto también vale para el pasado. La histeria de 1920 ante la inminencia de una era glacial y de los años setenta por la llegada de una nueva era de hielo, hoy nos parece una curiosidad sociológica como muchas otras de carácter apocalíptico.

[1] US National Academy of Sciences, “Understanding Climate Change: A Program for Action”, Reporte 1975.

[2] “MacMillan sails north”, en *The New York Times*, 4 de julio de 1923.

[3] US National Academy of Sciences, “Understanding Climate Change: A Program for Action”, Reporte 1975.

[4] US National Academy of Sciences, “Understanding Climate Change: A Program for Action”, Reporte 1975. Y NASA Goddard Institute for Space Studies, http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/.

[5] Darrell Huff, *How to lie with statistics*.

[6] http://elpais.com/diario/1993/07/30/madrid/744031459_850215.html

[7] http://www.dailymail.co.uk/news/article-2043617/Britain-bakes-hottest-October-day-100-YEARS--theres-days-sunshine-come.html

[8] Servicio Meteorológico Nacional, http://smn.cna.gob.mx/.

[9] Patrick Moore, https://www.youtube.com/watch?v=NzVMSxszudo.

UNANIMIDAD CUESTIONADA

LA MUJER SIN ROSTRO Y EL FRACASO DE LA PRUEBA DE ADN

La mujer asesina fue buscada durante 16 años. Se le llegó a conocer como “el fantasma de Heilbronn” o como “la mujer sin rostro” y fue catalogada como el criminal más peligroso en Alemania.[1] En 2007, cuando el ADN de esta mujer fue encontrado en la escena de un crimen, la policía ofreció 300 mil euros de recompensa para quien proporcionara información que condujera a su captura. Las actividades del asesino serial habían comenzado mucho antes,[2] pero en esta ocasión se trataba del homicidio de una joven policía de 22 años de edad.

El asesinato de la joven policía conmocionó al país. El 27 de abril, Michele Kiesewetter descansaba con su compañero durante una operación encubierta de investigación sobre tráfico de drogas, cuando dos personas los abordaron por la espalda disparando a quemarropa. La joven murió al instante a causa de los disparos y su compañero quedó gravemente herido. Los asaltantes se llevaron las esposas de los dos agentes, y no más. La investigación del caso no arrojó mucha información pero al encontrar el ADN, ya registrado en los archivos del crimen de ese país, los nervios de la gente se crisparon en trastorno generalizado. Se trataba nuevamente de la mujer sin rostro.

La historia había comenzado en 1993, cuando una mujer de 63 años de edad murió estrangulada en Idar Oberstein, a 200 kilómetros al oeste de Heilbronn. El asesino no había dejado huellas, pero sí muestras de su ADN en una cuchara de té. Las investigaciones no pudieron avanzar y ocho años después, en otra localidad, el asesinato de un adulto de 62 años, nuevamente por estrangulación, despertó de nueva cuenta la atención de la policía. Al igual que en el caso anterior, en éste no se pudo rescatar otra información salvo por el ADN presente en la escena del crimen. Resultó que era idéntico al que se había encontrado en 1993.

Luego ocurrirían numerosos delitos no sólo en Alemania, sino en Francia y

Austria en los que el mismo ADN aparecía una y otra vez. El análisis de las muestras registradas por la policía austriaca fue más preciso al recurrir a mediciones con ADN mitocondrial. No sólo resultó claro que se trataba de una mujer: la estructura biológica correspondía más a la que se encuentra en Europa del Este, cerca de Rusia.

En Alemania se formó un equipo especial de policía al que se denominó "Estacionamiento", cuya misión única era la de atrapar al asesino fantasma.

Una jeringa usada para inyectar heroína reveló el misterioso ADN que apareció también en la escena del asesinato en 2008 de tres ciudadanos de Georgia en un pequeño pueblo de Alemania. La policía invirtió millones de euros en las investigaciones de lo que parecía ser, más que un asesino, un genio de la muerte. Aquella sentencia que dice: "no existe el crimen perfecto", parecía estar equivocada.

En 2009, el mismo ADN apareció en los documentos que pertenecían a una persona que falleció en un incendio y la policía de Saarbruecken comenzó a dudar de sus investigaciones anteriores. Las pruebas de ADN en el cuerpo incinerado de un hombre dieron los mismos resultados, aun cuando el ADN debería ser el de una mujer.

Las sospechas del equipo especial de policía se aclararon rápidamente cuando se analizó el material de las pruebas de ADN y se determinó que estaba contaminado de manera sistemática por la empleada de la fábrica de Bavaria donde se hacían los algodoncillos de recolección de evidencia. En la fábrica, trabajaban mujeres de Europa del Este.

El misterio de la asesina fantasma fue resuelto y los fabricantes de torundas expresaron que éstas no fueron diseñadas con propósito analítico, sino para fines médicos. Luego comentaron que nunca se les requirió que los algodoncillos estuvieran libres de ADN. Los algodones son esterilizados de manera rutinaria, pero células humanas de piel o sudor pueden sobrevivir al proceso.

La reina de las pruebas criminalísticas había fallado.

A partir de esta experiencia, la Unión Alemana de Investigación Criminal solicitó un sello de calidad de ADN que descarte la posibilidad de análisis erróneos por contaminación. Además, pidió la información de ADN de los empleados de la fábrica para que ésta fuera excluida de la investigación. El

lector con mentalidad criminal ya estará pensando que los interesados en cometer un delito deben ver la posibilidad de introducir con anticipación sus registros de ADN en los archivos de la compañía que le vende a la policía. De esa forma quedarán exentos de toda sospecha cuando la policía encuentre su ADN en la escena del crimen.

El caso ha quedado registrado de diversas maneras. “L’affaire du Fantome de Heilbronn” es un relato detallado de esta historia escrito por Michel Ferracci-Porri. El caso fue retomado por la televisión en series policiacas y mediante numerosos artículos de revistas.[3] *Der Spiegel* y *Stern*,[4] entre otras muchas dieron cuenta del vergonzoso caso de la mujer sin rostro.

El fracaso de esta investigación es una muestra de la falibilidad de una prueba que ha sido considerada perfecta por sus niveles de confianza probabilística. Es además, la muestra de cómo la constancia de un resultado puede esconder un error sistemático. La “perfección”, incluso la de un crimen, debería despertar sospechas en el método de búsqueda. Más allá de la certeza que paradójicamente siempre buscamos, el crimen perfecto no existe.

DEMASIADO BUENO PARA SER VERDAD

You’re just too good to be true
can’t take my eyes off you
You’d be like heaven to touch
I wanna hold you so much

La canción de Bob Crewe y Bob Gaudio, popularizada en 1967, llegó a ser un clásico de la música popular anglosajona. Varias generaciones escuchamos a Franki Valli y otros intérpretes cantando “eres demasiado buena para ser verdad”.

El melodioso “can’t take my eyes off you” delata un incuestionable romanticismo. Sin embargo, más allá del sentimiento, literalmente ciego, de quien no puede apartar los ojos del objeto de su amor, podría estar una auténtica y amenazante posibilidad. La declaración: “eres demasiado buena para ser verdad”, podría ser tan terrible y lapidaria como que lo demasiado bueno puede, en efecto, ser la indicación de una mentira.

En un artículo publicado en *Proceedings of the Royal Society* se revisa con cuidado el peligro que representa la unanimidad.[5] Ésta no sólo se busca en procesos de decisión colegiada, en comités, jurados delegaciones, tribunales, etcétera. Es también un ideal estadístico en los resultados de una prueba. Cuando la evidencia es abrumadora y los resultados demasiado buenos para ser verdad, la verosimilitud se debilita y la facultad de convencimiento empieza a fallar.

El escándalo en que se vio envuelta Volkswagen, la compañía automotriz más grande del mundo, es un ejemplo del ensueño que inspira el “debes ser como el cielo para tocar”. Muchas organizaciones ambientalistas europeas exigían que sus países adoptaran las estrictas normas de emisión de contaminantes vehiculares exigidas por Estados Unidos. “Si ellos pueden tener autos más amigables con el medio ambiente ¿por qué nosotros no?”, razonaban los europeos.

En Europa la historia ha sido diferente en este renglón, pero la campaña publicitaria de Volkswagen en Estados Unidos anunciaba con bombo y platillo a sus autos de baja emisión contaminante.

Cuando dos profesores de la Universidad de Virginia y sus estudiantes de

doctorado recibieron financiamiento para medir las emisiones de los carros importados, se alegraron mucho porque esto significaba un par, o quizá más, de publicaciones en revistas internacionales. Los artículos académicos en revistas especializadas son, con un poco de suerte, leídas por dos o tres personas en el mundo y este hecho multitudinario alegra mucho a los investigadores en las universidades y los centros de investigación.

Para llevar a cabo sus mediciones los investigadores rentaron un Jetta VW 2012 y un Passat VW 2013. Con el afán de hacer las cosas bien, condujeron los vehículos 2 mil kilómetros de San Diego a Seattle y de regreso, midiendo las emisiones con el auto en marcha. Esto debe haber sido divertido para los estudiantes.

Los resultados de la prueba eran muy distintos a lo que obtuvieron en el laboratorio, pero eso no fue lo peor: la prueba en laboratorio, después de tan largo recorrido, resultó ser tan buena como lo que se obtuvo antes de hacerlo. ¡Demasiado bueno!

Los carros no sólo emitían muy pocos contaminantes; además, después de un uso considerable mantenían las emisiones muy bajas. ¡Demasiado bueno para ser verdad!

En el camino, las emisiones del Jetta rebasaron entre 15 y 35 veces el límite permitido para la emisión de Óxido de Nitrógeno mientras que el Passat emitió entre cinco y 20 veces más de lo permitido. Es decir, que en marcha las emisiones no sólo eran considerablemente mayores a las que se habían obtenido en el proceso de verificación estático, sino que sobrepasaban con mucho las normas.

Con la emisión de tales cantidades de contaminante bien se podía pensar en “un cielo para tocar”.

¿En dónde estaba el truco?

Casi medio millón de autos Volkswagen vendidos en Estados Unidos y 11 millones de unidades en el mundo que incluyen 8 millones en Europa cuentan con un sistema que detecta varios parámetros del vehículo como la velocidad, la posición del volante y probablemente la posición de las llantas y su giro: delanteras en movimiento y traseras en reposo para pruebas de laboratorio.[6] Cuando este sistema detecta las condiciones de una prueba en laboratorio optimiza la marcha del motor en baja potencia para disminuir la emisión de

contaminantes. Cuando el auto se encuentra en ruta, el sistema se desliga para dar potencia sin importar que la emisión de contaminantes aumente.

Como resultado, los carros VW en condiciones de marcha emiten hasta 40 veces más óxido de nitrógeno que lo permitido en Estados Unidos. El engaño fue descubierto y los costos para la compañía han sido enormes.

En octubre de 2015, un grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts y de la Universidad de Harvard publicó un estudio sobre el impacto en la salud pública de las emisiones de los vehículos afectados.[7] Según éste, como resultado de la distribución de 482 mil carros VW en territorio norteamericano entre 2008 y 2015, habrían muerto 59 personas, se habrían presentado 31 casos de bronquitis crónica y se habrían causado daños sociales por un monto de 450 millones de dólares. El estudio indicaba que, en caso de retirarse los carros VW que circulaban con los bajos estándares de emisión, para finales de 2016 se habrían evitado 130 muertes adicionales.

Las estimaciones pueden resultar chocantes y hasta divertidas, pero el trabajo publicado es un dechado de estimación estadística, uso de datos y análisis probabilístico.

Un analista dijo: “es verdad que en Europa los estándares no son tan estrictos como en Estados Unidos” y agregó, “por esta razón en Europa no es necesario mentir”.

Quizá fue por eso que la canciller de Alemania, Angela Merkel, se mostró siempre protectora de su industria automotriz. En el congreso de la Asociación Alemana de Fundaciones celebrado en 2007, la canciller dijo: “con toda la fuerza que yo tengo, con toda la dureza —palabras que la inmortalizaron entre los ambientalistas— me voy a oponer a las límites de emisión de contaminantes”.[8] Los jefes industriales sentados en la sala aplaudieron con beneplácito. No sabían entonces que ni con ella en la presidencia podrían prescindir de la mentira para vender sus carros.

Los peligros de la unanimidad

Uno de los autores del trabajo titulado: “¿Por qué mucha evidencia puede ser mala?”, dice: “se ha asumido siempre que la unanimidad da confianza. Sin embargo, resulta que la probabilidad de que un número grande de personas esté de acuerdo es pequeña, de tal manera que nuestra confianza en la unanimidad está mal fundada”.[9]

Los jurados y comités son algo común en nuestra sociedad. El ejemplo más icónico es aquel en el que un jurado o comisión decide si un acusado debe ser sentenciado o exonerado. Sus miembros están de acuerdo en que lo deseable es liberar a los inocentes y procesar a los culpables, aun cuando tengan diferencias de opinión sobre el caso particular en revisión.

Los comités académicos deben decidir si se promueve o no a un colega a sabiendas de que el sistema de recompensa es importante para incentivar la productividad y la innovación en las instituciones. El comité de directores de una compañía debe decidir si aprueba o no la inversión en un proyecto nuevo bajo el entendido de que se pretende mejorar las ganancias de la empresa.

Tener unanimidad en los acuerdos es casi siempre una exigencia, porque, como dice R. B. Zajonc, “la unanimidad proyecta imagen decidida y unidad de propósitos”.[10]

Aunque no siempre los comités tengan el mandato de decidir entre dos opciones, sí es muy frecuente que así sea. El proceso de decisión se convierte en un proceso binomial y lo podemos ver, en términos generales e ignorando otros efectos, como un experimento probabilístico. Por supuesto, hay comportamiento y conducta, correlaciones, elementos externos y otros efectos que modifican esta simplificación. Luego regresaremos a ellos.

> Un experimento binomial es aquel en que el resultado sólo puede ser “éxito” o “fracaso”. La probabilidad de cada uno de los experimentos es constante para todas las ocasiones en que se realice el experimento y los resultados de cada uno de los intentos no depende de los demás;

es decir, el resultado de cada uno es independiente de los otros.

Un ejemplo de experimento binomial es lanzar al aire una moneda y elegir, como éxito, una de las opciones, por ejemplo, “águila”.

Si la moneda está balanceada, entonces tenemos una probabilidad igual a ½ de tener éxito cada vez que la lancemos al aire. En este caso particular, la probabilidad de fracaso es la misma e igual a ½. Pueden existir monedas sesgadas que caen más veces de un lado que del otro. Podríamos, por ejemplo, tener una moneda que con mayor frecuencia cae en “águila” que en “sol”. Si llegamos a conseguir una moneda que en 60% de las veces cae “águila” entonces sabemos que la probabilidad de fracaso será de 40%. Si la probabilidad de éxito es “p” entonces la probabilidad de fracaso será (1-p).

El problema con un jurado está en lo improbable que resulta llegar a la unanimidad real. Tomemos el ejemplo que propone Zajonc en su artículo: Un comité de 10 personas, entre las que están el presidente, el vicepresidente, el secretario de Estado, el secretario de la Defensa, el asesor de Seguridad Nacional y otros cinco tomadores de decisión de la Casa Blanca, debe decidir entre el inicio de la guerra en Irak o la continuación de las inspecciones de armamento en ese país.

En estas circunstancias, cada uno de los miembros del comité tiene una probabilidad de elegir la opción más sabia. La probabilidad de que uno de los miembros elija la opción correcta entre las dos es ½.

Ahora debemos multiplicar ésta por la probabilidad de que el segundo miembro elija la opción correcta, y así sucesivamente.

$$\times \tfrac{1}{2} \times \ldots$$

Si exigimos que la decisión sea unánime y correcta, entonces tendremos:

$$0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5\times0.5 = 0.00097$$

La probabilidad de que el comité llegue a la decisión correcta de manera

unánime es de 0.00097.

Es un número pequeño. Con una probabilidad tan baja de llegar a la decisión correcta, uno pensaría que es lo peor que podemos tener.

La probabilidad de que un comité de 10 miembros llegue de manera unánime a la mejor decisión es, tan sólo: 0.00097.

Al verla tan pequeña, Zajonc comenta: “hasta un dictador sería mejor que la unanimidad de un comité porque éste, actuando solo, con autoritarismo, tendría ½, es decir 0.5, de probabilidad de llegar a la mejor decisión”. Note usted que 0.5 es mucho mayor que 0.00097. Sin embargo, en este punto Zajonc ¡se equivoca rotundamente!

En el proceso binario de 10 tomadores de decisión, la probabilidad de que lleguen a la mejor decisión es ciertamente muy pequeño, pero la probabilidad de llegar a la decisión incorrecta es igual. Por lo tanto, si exigimos unanimidad, se tiene la misma probabilidad por individuo de llegar a la buena que a la mala decisión, *i.e.* ½. Lo que es muy pequeño es que todos coincidan. Aun cuando la probabilidad de que todos coincidan es pequeña, exigir unanimidad sólo deja dos posibilidades como resultado final. Por eso, desde el punto de vista de la probabilidad, da lo mismo que sea un comité quien decida de manera unánime a que lo haga un dictador.

Por supuesto que un análisis puramente probabilístico ignora las razones que llevan a las personas a tomar tal o cual decisión. Visto con sólo probabilidades sin más ingredientes, reducimos todo al equivalente de lanzar monedas y decidir según se muestre la cara elegida. La realidad no es así. Los miembros del comité tienen información. Los tomadores de decisión difieren en puntos de vista y en la cantidad de datos a su disposición. Algunos de ellos pueden tener claves falsas o incompletas. Por eso es que hacer que todos y cada uno exprese las razones por las que ha decidido como lo hizo aumenta la probabilidad de llegar a un consenso. De esta manera se supera, rápidamente, el cálculo obtenido con la simple consideración de probabilidades binarias. Las cosas mejoran aún más si se permite a los demás miembros del comité cuestionar cuando no están de acuerdo con la decisión de cada uno de los otros exponiendo sus argumentos y evidencias. En contraste, un dictador no tiene esta posibilidad: para él, la probabilidad de dar con la mejor opción se queda en su valor original de ½. Esto ha sido oportunamente comentado en el trabajo titulado “La unanimidad puede

ser improbable, pues la dictadura es peor".[11]

El libre intercambio entre los miembros del comité llevará el valor de la probabilidad por arriba de ½ acercándose a la unanimidad, aun cuando ésta sea poco probable.

Todos sabemos que algunos comités operan en escenarios coercitivos. Así, por ejemplo, es frecuente que siendo parte del mismo, el líder, de manera velada, o muy clara, deje ver a los demás que "o estás conmigo o estás contra mí". Este falso dilema se ha pronunciado muchas veces a lo largo de la historia, desde Vladimir Ilyich Lenin en 1920 en su discurso frente a los trabajadores de la educación, hasta Hillary Clinton en 2001 como senadora demócrata de Nueva York cuando la entrevistaron en "CBS Evening News".[12] También en el tercer episodio de *La guerra de las galaxias* (*Star Wars*) cuando Darth Vader le dice a Obi Wan Kenobi: "si no estás conmigo, entonces eres mi enemigo".

En estos casos, la probabilidad de llegar a un consenso es muy rápido y las estimaciones probabilísticas pierden todo sentido.

En resumen, de las varias maneras de tomar una decisión, la unanimidad no es la mejor. Sin embargo, aun cuando la unanimidad es muy improbable sin elementos externos que la fuercen, la dictadura es ciertamente peor.

[1] "DNA bungle haunts German pólice", BBC News, 28 de marzo de 2009, http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7966641.stm.

[2] "El fantasma de Heilbronn", Deutsche Welle, 26 de marzo de 2009, http://www.dw.com/es/el-fantasma-de-heilbronn/a-4129433.

[3] *Silent Witness*, serie policiaca británica producida por la BBC que se transmite desde 1996 hasta la fecha. Creada por Nigel McCrery y producida por Phillipa Giles.

[4] "Police Fear, 'Serial killer' was just DNA Contamination", *Der Spiegel*, en línea, 2009: http://www.spiegel.de/international/germany/q-tip-off-police-fear-serial-killer-was-just-dna-contamination-a-615608.html. "Rätsel um 'Phantom' gelöst?", Stern, 25 de marzo de 2009, http://www.stern.de/panorama/stern-crime/polizistenmord-von-heilbronn-raetsel-um--phantom--geloest--3424112.html.

[5] Lachlan J. Gunn *et al.*,"Too good to be true: when overwhelming evidence fails to convince", *Proceedings of The Royal Society*, "Why too much evidence can be a bad thing", 4 de enero, 2016: http://phys.org/news/2016-01-evidence-bad.html.

[6] Russell Hotten, "Volkswagen: the scandal explained", BBC News, 10 de diciembre de 2015: http://www.bbc.com/news/business-34324772.

[7] Steven R. H. Barrett, Raymond L. Speth, Sebastian D. Eastham, Irene C. Dedoussi, Akshay Ashok, Robert Malina y David W. Keith, "Impact of the Volkswagen emissions control defeat device on US public health", en *Environmental Research Letters*, vol. 10, núm. 11 (29 de octubre de 2015).

[8] http://www.klimaretter.info/serie/merkel-bilanz/3656-qdie-autolobby-ist-immer- noch-staerkerq.

[9] Lachlan J. Gunn *et al.*,"Too good to be true: when overwhelming evidence fails to convince", *Proceedings of The Royal Society A*, "Why too much evidence can be a bad thing", 4 de enero, 2016. http://phys.org/news/2016-01-evidence-bad.html.

[10] R. B. Zajonc, "The dangers of Unanimity", en *Dialogue*, vol. 19, núm. 2.

[11] David R. Mandel, "Unanimity may be Improbable, but Dictatorship is Worse: Comment on 'The Dangers of Unanimity'".

[12] Senator Hillary Clinton (Democrat, New York) during an interview on CBS: *http://freedomagenda.com/iraq/wmd_quotes.html#Sw8leOyTFo*, *http://www.freedomagenda.com/iraq/wmd_quotes.html*, 13 de septiembre de 2001.

VIDA EN OTROS PLANETAS

Si queremos hablar de vida en otros planetas, debemos comenzar por definir qué es la vida. Ésta es una pregunta muy antigua con muchas respuestas. Algunas de ellas intentan ser lo suficientemente amplias como para enmarcar formas vitales aún por descubrir. El físico Erwin Schrödinger en su libro con el mismo título que la pregunta que nos planteamos,[1] sugería que la propiedad que define a los sistemas vivos es que se autoensamblan en contra de la tendencia natural hacia el desorden. Con esto, Schrödinger ponía de relieve la segunda ley de la termodinámica que establece el inevitable incremento de entropía en sistemas cerrados. Al tomar nutrientes y metabolizarlos, un sistema vivo se opone a esta tendencia. Sin embargo, esta definición significa que los cristales que toman energía de su medio y se ordenan formando un arreglo geométrico de átomos, tienen vida. Es por eso que, antes de formular el concepto a partir de la entropía, Erwin Schrödinger se anticipó diciendo:

> ¿Cuál es el rasgo característico de la vida? ¿Cuándo puede decirse que un pedazo de materia está viva? Cuando sigue haciendo algo, ya sea moviéndose, intercambiando material con el medio ambiente etcétera, y ello durante un periodo mucho más largo que el que esperaríamos que siguiera haciéndolo un pedazo de materia inanimada en circunstancias similares. Cuando un sistema no viviente es aislado, o colocado en un ambiente uniforme, todo el movimiento llega muy pronto a una paralización, como resultado de diversos tipos de fricción; las diferencias de potenciales eléctricos o químicos quedan igualadas, las sustancias que tienden a formar un compuesto químico lo hacen y la temperatura pasa a ser uniforme por la transmisión de calor. Después todo el sistema queda convertido en un montón muerto e inerte de materia. Se ha alcanzado un estado permanente, en el cual no ocurre suceso observable alguno. El físico llama a esto estado de equilibrio termodinámico o de máxima entropía.

En el libro *Hola, ¿hay alguien ahí afuera?*, la autora alemana Dagmar Roehrlich empieza por la misma pregunta y en un párrafo resume la gran dificultad:

> En nuestro cuerpo miles de diferentes células se ocupan de que podamos pensar, respirar, comer, beber, dormir, y trabajar. Ni un solo átomo o molécula nace en nosotros ni muere en nosotros. Las moléculas no están vivas, en este nivel no existe el predicado de vida para ellas. Cada elemento es materia unida de manera accidental. No es sino hasta que cada átomo y cada molécula construyen una célula como una estructura ordenada y compleja, que se forma un ser viviente. Por eso concluía el gran genetista británico (y excéntrico) John Burdon Sanderson Haldane: "la relación entre la materia viva y la materia muerta se encuentra en alguna parte entre las células y los átomos. Es muy difícil establecer el lugar de esta frontera".[2]

El químico Gerald Joyce es conocido como autor de la definición de vida que adoptaría la NASA en la formulación de sus investigaciones espaciales. "Si esperamos identificar vida en otra parte del universo, debemos entender qué es lo que separa a las criaturas vivientes de la materia inanimada",[3] afirma él.

Joyce comenta que en realidad fue en una discusión colectiva de un panel de la NASA que se planteó la definición que establece: "vida es la que poseen aquellos sistemas químicos autosostenidos y capaces de evolución darwiniana".

Aun esta definición tiene sus altibajos. El mismo Gerald Joyce dice que según ésta, un virus no tiene vida porque aun siendo un sistema químico con desarrollo darwiniano éste no es autosostenido, ya que el virus necesita del genoma de la célula huésped para evolucionar.

En una entrevista, este biotecnólogo, que ha logrado desarrollar en su laboratorio sistemas químicos capaces de evolución darwiniana, hace una reflexión que no podemos dejar de citar:

> Lo que hace a la biología diferente de la química es que la biología tiene una historia. Esa historia inicia con el comienzo de la evolución y cada página del libro histórico es cada generación sucesiva y todos sus genotipos. La química no es así. La química no se registra a sí misma; sólo sucede.
>
> Algunos dicen que la evolución darwiniana por sí misma no es más que un sistema químico. Pero para mí, decir esto es raro porque una vez que el sistema es capaz de evolución darwiniana deja de ser sólo un sistema químico. El sistema adquiere atributos históricos y por eso, por definición, es biológico.

Es una bella manera de expresar lo que, por lo menos vagamente, entendemos todos por vida. Más aún, parece evocar aspectos filosóficos profundos que servirían para reflexionar sobre otros muchos aspectos de la naturaleza: la transición entre los mundos físicos, químicos y biológicos, la historia como propiedad emergente de la complejidad, etcétera.

Actualmente la mayoría de los científicos cree que alguna forma de vida debe estar presente en varios lugares del universo.

Se cuenta que en el verano de 1950, el gran físico Enrico Fermi, quien trabajaba para el proyecto Manhattan en el que Estados Unidos se propuso construir la primera bomba atómica, tuvo ocasión de visitar el laboratorio en Los Álamos, Nuevo México. Se dice que mientras comía con Emil Konopiski, Edward Teller y Herbert York, conversaban sobre la posibilidad de vida en otros planetas. Fue entonces que de manera inesperada Fermi planteó la pregunta: "¿y dónde están?", refiriéndose a los extraterrestres.

Éste es el origen de lo que hoy se conoce como la "paradoja de Fermi", que en muchas ocasiones se plantea cómo "uno debería esperar que exista más vida inteligente en el universo y sin embargo no la vemos: ¿dónde está?".

Según la compilación de los hechos, la conversación fue casual y sin mayores intenciones de plantear con seriedad el asunto de la vida en otros planetas.

Sobre este incidente, Edward Teller comentó:

> Recuerdo que caminábamos con Fermi y otros, al Fuller Lodge para la comida. Mientras lo hacíamos, tuvimos una conversación que recuerdo como breve y superficial sobre un tema muy vagamente conectado con viajes espaciales. Tengo la idea imprecisa de que hablamos sobre platillos voladores y el alegato obvio era que éstos no existen. Recuerdo que Fermi planteó la pregunta dirigiéndose a mí: ¿Edward, qué piensas? ¿Qué tan probable es que en los próximos 10 años tengamos evidencia de un objeto material moviéndose a una velocidad mayor que la de la luz? Recuerdo que mi respuesta fue 10^{-6}. Fermi dijo: Es demasiado pequeña. La probabilidad es más bien como 10% (la muy conocida medida de Fermi para un milagro).[4]

Edward Teller continúa su relato:

> luego hablamos de otras cosas que no recuerdo más y aproximadamente ocho de nosotros nos sentamos a comer.
>
> La conversación no era sobre astronomía o extraterrestres, sino en torno a un tema más aterrizado. Entonces, en la mitad de la conversación, Fermi hizo una pregunta inesperada: ¿dónde está todo mundo? El resultado de la pregunta fue la risa generalizada porque, aunque la pregunta salió de la nada, todo mundo en la mesa entendió que se refería a los extraterrestres.[5]

Edward Teller recuerda que no se concluyó nada significativo de la

conversación excepto por el hecho de que la distancia al próximo lugar con seres vivos es muy grande y que, en lo que a nuestra galaxia se refiere, vivimos en una rama muy alejada del área metropolitana en el centro de la galaxia.

Durante la comida, York estimó la probabilidad de vida extraterrestre con la sencilla multiplicación de probabilidades que décadas después se haría famosa como la ecuación de Drake-Greenbank y que ahora todo mundo conoce. Ante la nada despreciable probabilidad de existencia de vida inteligente más allá de la nuestra, Fermi replicó con la pregunta mencionada.

Esta conversación informal de Fermi ha sido rescatada y retomada por mucha gente. Entre otros por Carl Sagan quien se encargó de hacerla famosa.[6]

El entorno de la Segunda Guerra Mundial, el proyecto Manhattan y muchos otros acontecimientos del momento, eran muy propicios para las reflexiones más bien pesimistas en el sentido de que las civilizaciones se destruyen cuando alcanzan un cierto grado de desarrollo.

En el fondo, este pesimismo daba respuesta a la pregunta de Fermi. A partir de este evento fugaz en la vida del famoso físico Enrico Fermi, el razonamiento se ha elaborado de muchas maneras y se ha denominado “paradoja de Fermi”.

A comienzos de los años sesenta el astrónomo Frank Drake presentó una ecuación en la que se consideran los factores importantes para el cálculo del número de civilizaciones de nuestra Galaxia que podrían haber llegado al nivel de desarrollo tecnológico necesario para comunicarse con ondas de radio. Según esta ecuación, el número de civilizaciones avanzadas es el producto de siete números que pueden escribirse como sigue:

$$N = E \times EP \times PA \times PV \times PI \times PR \times T$$

“N” representa el número de civilizaciones en nuestra galaxia; “E” es el número de estrellas en la Vía Láctea que se forman cada año; “EP” es la fracción de estrellas que tiene un sistema planetario; “PA” es la fracción de planetas que cuentan con las condiciones apropiadas para la vida; “PV” la fracción de planetas que desarrollan vida; “PI” es la fracción de planetas donde se desarrolla la inteligencia; “PR” es la fracción de planetas donde se conoce la comunicación por radio. Y finalmente “T” es el tiempo de vida de ese planeta en el que vive la civilización.

No sabemos cuál es el valor de cada uno de estos parámetros y por eso desconocemos cuántas civilizaciones existen en nuestra galaxia. Frank Drake, en discusiones con más gente, asignó algunos valores de manera más o menos arbitraria:

Ritmo de formación de estrellas en nuestra galaxia: E = 10/año.

Número de estrellas que tienen planetas: EP = 0.5 (es decir que la mitad de las estrellas contarían con planetas).

Número de estos planetas que orbitan a la distancia apropiada para la vida: PA = 2.

Número de planetas en los que se ha desarrollado la vida: PV = 100%.

Número de estos planetas en los que se ha desarrollado vida inteligente: PI = 1%.

Del número de planetas con vida inteligente cuántos se pueden comunicar por radio: PR = 1%.

Número de años en que una civilización estaría transmitiendo señales de radio: T = 10 000 años.

Con estos valores, Drake estimó la existencia de 10 civilizaciones detectables en nuestra galaxia.

$$N = 10 \times 0.5 \times 2 \times 1 \times 0.01 \times 0.01 \times 10\,000$$

Por supuesto que los valores dados son muy controversiales. La estimación del número de planetas con vida inteligente puede ser obtenida de la misma ecuación con otros valores para los parámetros. El número varía de cero a millones dependiendo de los criterios que se utilicen.

La ecuación de Drake es una muestra de cómo se calcula la probabilidad de un evento en el que intervienen varios acontecimientos independientes.

La probabilidad de que algo pase se obtiene de multiplicar las probabilidades de las condiciones necesarias. Es importante que estas condiciones sean independientes, es decir, que una condición no dependa de otra.

De los años sesenta en que se discutía la factorización de probabilidades en la ecuación de Drake a la fecha se ha avanzado mucho en la comprensión de los diferentes procesos.

El factor “T” de la ecuación de Drake llama la atención porque representa el optimismo o pesimismo con respecto a la sobrevivencia de las civilizaciones. Según Frank Drake, éstas viven en promedio 10 mil años a partir del momento en que comienzan a enviar ondas de radio al espacio. En el caso de la nuestra, fue alrededor de 1901 cuando se hizo la primera transmisión transatlántica. Si consideramos que ondas electromagnéticas de esa primera difusión escaparon al espacio exterior, entonces podemos pensar también que, de acuerdo con el estimado, contamos con 10 mil años antes de que algún fenómeno natural o la guerra nos destruyan.

Por lo pronto, la información contenida en las ondas electromagnéticas producidas por Guillermo Marconi lleva ya más de 100 años viajando por el espacio y por lo tanto ha sido captada por seres inteligentes con los receptores apropiados que se encuentren a una distancia menor a los 120 años luz de nosotros, aproximadamente.

La estrella más cercana a la nuestra es Alfa Centauri y se encuentra a 4.37 años luz, es decir a 41.3 mil millones de kilómetros de distancia. En realidad es un sistema de dos estrellas que alberga por lo menos un planeta del tamaño del nuestro. Este planeta es llamado Alfa Centauri Bb y es el exoplaneta conocido más cercano al nuestro. Sin embargo, por su cercanía a la estrella, el planeta debe tener una temperatura en la superficie de aproximadamente 1 200 grados centígrados. No obstante, es probable que esté acompañado de otros con mejores condiciones climáticas.

Si consideramos que en ese sistema hay seres inteligentes con receptores de radio, entonces debimos haber recibido señales de su reacción a nuestras emisiones. Si la reacción fuese rápida entonces deberíamos contar con una respuesta nueve años después de la emisión de Marconi, es decir en 1910.

¿Quizá esto ocurrió y nosotros no teníamos las antenas preparadas para escuchar?

Francis Drake pensaba que no todas las formas de vida llegan a desarrollar inteligencia. Muchas de estas formas eventualmente perecerían. Otras alcanzan

un alto grado civilizatorio, pero quizá no se interesaran nunca en la ciencia. Las que sí lo hacen son sólo una fracción, y de éstas probablemente varias acabarán consigo mismas como consecuencia de su desmedido deseo de poder.

Lo que realmente importa en la ecuación de Drake es “T”. Por supuesto que una limitante al valor de “T” es la desaparición de la civilización misma. Otra es que rápidamente aprendan métodos de comunicación más eficientes que las radio ondas. Tal es el caso de la nuestra en la que los cables de fibra óptica están revolucionando las comunicaciones y convirtiendo a nuestro planeta en un lugar más silencioso.

Consideremos, pues, que las civilizaciones sólo son ruidosas en la radiofrecuencia durante 100 años. En este caso la posibilidad de contacto es cero porque se tendrían sólo 100 civilizaciones que separadas de manera aleatoria en la galaxia,[7] quedarían, en promedio, a 10 mil años luz entre sí.

Si en cambio una civilización estuviese enviando su ruido de radio por 100 mil años, tendríamos mejores posibilidades porque eso nos daría una distancia promedio ya no de 10 mil años luz sino de sólo 300 años luz. Puesto que nuestra galaxia tiene un diámetro de aproximadamente 90 mil años luz, decir que tenemos vecinos a 300 años luz significa que pronto tendremos respuesta a las primeras señales que escaparon de nuestro planeta.

El 16 de noviembre de 1974, Frank Drake, Carl Sagan y otros diseñaron y enviaron un mensaje desde el radiotelescopio de Arecibo. El mensaje tenía una longitud de 1 679 bits y fue emitido en la dirección del Cúmulo Globular M13, situado en la constelación de Hércules que está formada por casi medio millón de estrellas a 25 mil años luz de nosotros. El mensaje escrito en “ceros” y “unos” se transmitió a 10 bits por segundo, de tal manera que la emisión tomó menos de tres minutos.

La acción de Frank Drake fue por supuesto un autoengaño, pues él mismo consideró sólo 10 mil años como el periodo en que tendremos la posibilidad de transmitir ondas de radio. El mensaje de Arecibo tardará 25 mil años en llegar a su destino y, si éste es contestado, la respuesta tardará otros 25 mil años en llegar a la Tierra. Esto excede con mucho las expectativas de Drake sobre la sobrevivencia de nuestra civilización.

En 1999, en el marco de la celebración de los 25 años del primer intento de contacto extraterrestre, Donald Campbell admitió que el mensaje en realidad

sólo pretendía probar los equipos del radio telescopio en Arecibo.[8] El profesor de astronomía era investigador asociado en el Observatorio de Arecibo en la época de la emisión del mensaje. El Observatorio de Arecibo es operado por National Astronomy and Ionosphere Center, administrado por la Universidad de Cornell para la National Science Foundation.

Según Harold Craft, vicepresidente de la Universidad de Cornell en el área de servicios y facilidades, en esa época director del Observatorio de Arecibo, el propósito del mensaje era llamar la atención a la enorme potencia del transmisor del radar recientemente instalado, así como la capacidad del gigantesco plato del telescopio para proyectar una señal al espacio. “Pero muchos de los presentes se lo tomaron en serio”, dijo.[9]

Alguna gente llegó a preocuparse porque el mensaje nos delataría ante posibles formas de vida poco amistosas. El astrónomo Martin Ryle[10] le escribió a Frank Drake para cuestionar este aspecto. Drake contestó que nuestra civilización está enviando los residuos de radio que escapan de nuestro planeta desde hace varios años. Estas fugas de señal nos delatan de cualquier forma.

La preocupación de los que creen en formas de vida hostiles es que eventualmente un ejército de extraterrestres podría invadir el planeta para tomarnos como esclavos. Los más optimistas consideran que el contacto con una civilización más avanzada nos beneficiaría con la transferencia de conocimiento.

Cúmulo Globular M13 en la constelación Hércules. La imagen tomada con la cámara avanzada de estudios del Telescopio Hubble muestra el centro del cúmulo. Dominio público: ESA/Hubble NASA: *http://www.spacetelescope.org/images/potw1011a/*.

[1] Erwing Schrödinger, *¿Qué es la vida? Textos de Biofísica*.

[2] Dagmar Roehrlich, *Hallo, Jemand da draussen?* (*Hola, ¿hay alguien ahí afuera?: El origen de la vida y la búsqueda de nuevos mundos*), cita a John Burdon Sanderson Haldane (1892, 1964).

[3] Leslie Mullen, "Defining Life: Q&A with Scientist Gerald Joyce", en *Astrobiology Magazine* (1º de agosto de 2013): http://www.space.com/22210-life-definition-gerald-joyce-interview.html.

[4] Eric Jones, "Where is everybody? An Account of Fermi's Question", LA-10311-MS, Los Alamos National Laboratory.

[5] Ibíd.

[6] I. S. Shlovski y Carl Sagan, *Intelligent life in the Universe*.

[7] Stuart Clark, *Life in other worlds and how to find it*.

[8] "Cornell News: It's the 25th anniversary of Earth's first (and only) attempt to phone E.T.", 12 de noviembre de 1999: http://www.news.cornell.edu/stories/1999/11/25th-anniversary-first-attempt-phone-et-0.

[9] "Cornell News: It's the 25th anniversary of Earth's first (and only) attempt to phone E.T.", 12 de noviembre de 1999: http://www.news.cornell.edu/stories/1999/11/25th-anniversary-first-attempt-phone-et-0.

[10] Stuart Clark, *Life in other worlds and how to find it*.

MEDICIÓN Y CONFLICTO DE INTERÉS

Hay algo fascinante en la ciencia: uno obtiene
enormes ganancias de una conjetura con una
insignificante inversión en hechos reales.
MARK TWAIN, *Life in the Mississippi*

Thomas Kuhn decía que las hipótesis teóricas son las que dan forma y hasta determinan el resultado medido. Según esto, la "objetividad" de los resultados experimentales es muy relativo y depende fuertemente del marco teórico que lo sustenta.

Casi todos conocemos a Albert Einstein como el brillante físico, autor de la teoría de relatividad especial y general, de la teoría del movimiento browniano y el efecto fotoeléctrico; por el cual recibió el Premio Nobel de Física. Pocos saben que también realizó investigación experimental. Einstein se interesó por mucho temas y uno que vale la pena recordar es el que lo llevó realizar un experimento para probar la hipótesis de Ampère.

Según André Marie Ampère (1775-1836) los imanes permanentes que todos conocemos deben su campo magnético a la existencia de pequeños lazos de corriente eléctrica dentro del mismo. Estos microscópicos círculos de corriente generan un campo magnético de la misma forma como lo hacen las bobinas cuando las conectamos a la corriente eléctrica.

Albert Einstein se propuso mostrar que esos pequeños lazos de corriente que sugirió Ampère no eran otra cosa que los electrones circulando alrededor de los núcleos atómicos.[1]

Einstein fue más lejos con sus ideas y calculó que siendo así, la división del momento angular orbital y el momento magnético, es independiente del número de electrones que estén orbitando, del radio del círculo en el que orbitan y de la velocidad con que lo hacen. Su modelo de los imanes decía que la división del momento angular entre el momento magnético debía ser igual a uno.

El interés de Einstein por entender los imanes parece haber estado presente desde 1905, pero fue en 1909 cuando se encontró con otros dos jóvenes llamados Hans Flükiger y Hans Rothenbüler, quienes también estaban interesados en física experimental, que realizó los primeros intentos en el laboratorio de física de la preparatoria estatal de Berna.

Einstein había trabajado en la oficina federal de patentes desde 1902 como técnico de tercera clase y tres años después se había promovido a técnico de segunda clase. Según los comentarios posteriores de Albert Einstein, disfrutaba mucho ese trabajo práctico y mantuvo toda su vida el interés en las máquinas y las patentes. Se dice que llegó a diseñar,[2] con los hermanos Habicht, instrumentos muy sensibles de medición eléctrica y que, con Leo Szilard, formuló y patentó tecnología de refrigeración —el mismo Leo Szilard que trabajó en la construcción de la bomba atómica, en la reacción nuclear en cadena y que escribió la carta que Einstein firmó y envió al presidente Franklin D. Roosevelt sobre la posibilidad de una bomba atómica y la importancia de trabajar en ella.

Wander Johannes de Haas (1878-1960) era un matemático holandés y yerno de Hendrik Lorenz, con quien Einstein tenía una fuerte amistad. De Haas había decidido hacer física y por eso trabajó su tesis doctoral con Kamerlingh Onnes, el descubridor de la superconductividad.

Al terminar su trabajo doctoral comenzó a trabajar como asistente de Einstein en 1914 para realizar la medición que tanto le fascinaba. Para esto colocó un cilindro de fierro no magnetizado en un solenoide. Cuando se hacía pasar corriente por la bobina los pequeños lazos de corriente en el cilindro de fierro se orientaban todos en la misma dirección haciendo que el momento angular se orientara. Puesto que el momento angular se conserva, la barra de fierro empezaría a girar para contrarrestar el incremento de momento angular que proviene de los pequeños círculos en que orbitan los electrones. Los experimentos eran sencillos en esa época.

Después de repetir el experimento de muchas maneras el resultado de la medición era justo lo que esperaba Albert Einstein: la razón giromagnética era igual a uno.

Al mismo tiempo, en Estados Unidos Samuel Barnett hacia un experimento idéntico pero, curiosamente, en el sentido inverso al de Einstein y de Haas, es decir, Barnett magnetizaba al rotar el cilindro de hierro en lugar de rotar el cilindro magnetizándolo. Con este procedimiento, esencialmente igual, obtuvo la razón giromagnética del electrón que es correcta, es decir, igual a dos.

En 1920 otros midieron con diferentes aparatos, de una y otra forma, obteniendo el valor que hoy sabemos es el correcto: la razón giromagnética del electrón es igual a dos.

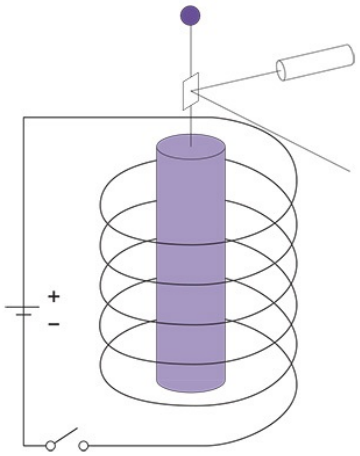
Luego pasaron 15 años y la mecánica cuántica fue capaz de dar una mejor idea de lo que ocurría en el interior del fierro. La predicción teórica fue en contra del resultado obtenido por Einstein y de Haas, y en favor de la medición de Barnett y muchos otros.

¿Qué fue lo que pasó?, ¿por qué Einstein y de Haas sólo pudieron ver lo que querían ver?

En el libro *¿Cómo terminan los experimentos?*, de Peter Galison se analiza muy detalladamente la fascinante historia de ideas que subyacen a la trama detrás de la medición de la razón giromagnética en que Einstein falló.

La mejor expresión que he encontrado sobre lo ocurrido se resume en la referencia de la siguiente manera:

> Obviamente, las expectativas teóricas juegan un papel importante al momento de decir la conclusión de un experimento, ¿pero, cómo? Entre las explicaciones más destacadas sobre la manera como la predisposición teórica influye en los resultados experimentales es la que da Thomas Kuhn. Él argumenta que las mediciones necesarias para probar nuevas teorías afectan fenómenos al límite de las capacidades experimentales. Como resultado, el error aleatorio es muy grande en relación con el tamaño de los efectos que se busca medir. Esto deja abierta la posibilidad para que experimentalistas y teóricos interpreten los resultados necesariamente ambiguos como confirmación de su teoría preferida. Con la disponibilidad de técnicas de mediciones más precisas estos mismos resultados podrían fácilmente confirmar la teoría opuesta.[3]



El experimento de Einstein.

La historia en que Einstein obtiene de su experimento el valor que él desea es poco conocida, pero es un ejemplo icónico del conflicto de interés en los proyectos científicos. Como ésta, hay muchas otras historias.

El neutrón junto con el protón forma parte de los núcleos atómicos y es una de las partículas subatómicas más largamente conocidas: fue descubierto en 1932.

El neutrón es inestable, lo que significa que después de un cierto tiempo se desintegra. En los años sesenta se calculó que la vida media de un neutrón era de 1110 ± 30 segundos, es decir 18 minutos y medio. A mediados de los setenta se reportó 920 ± 15 segundos, es decir 15.3 minutos. Mediciones más precisas en los noventa dicen que el tiempo de vida media del neutrón es de 885.7 ± 0.8 segundos, es decir 14.8 minutos.

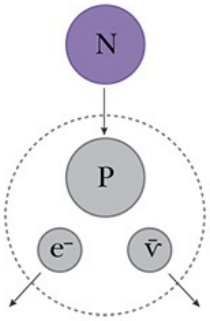
En resumen, el valor medido ha cambiado con el tiempo no sólo en precisión, sino también en el valor central.[4] (Actualmente hay una discrepancia en las mediciones más recientes que mantiene viva la controversia y el interés por el valor que pueda dar mejor idea del universo temprano y de una mejor comprensión de la interacción débil que lo hace morir en unos minutos.)

Por ahora, lo que nos gustaría hacer es una reflexión de los valores históricos medidos. La diferencia entre el primer valor reportado de 1 110 segundos y el más reciente 885.7 segundos es de aproximadamente 225 segundos. Esta diferencia es siete veces mayor que el error de 30 segundos que se reportó en la medición de los años sesenta. ¿Qué ocurre aquí?, ¿por qué se observaron valores tan distintos de los reales por tanto tiempo?, ¿por qué las observaciones

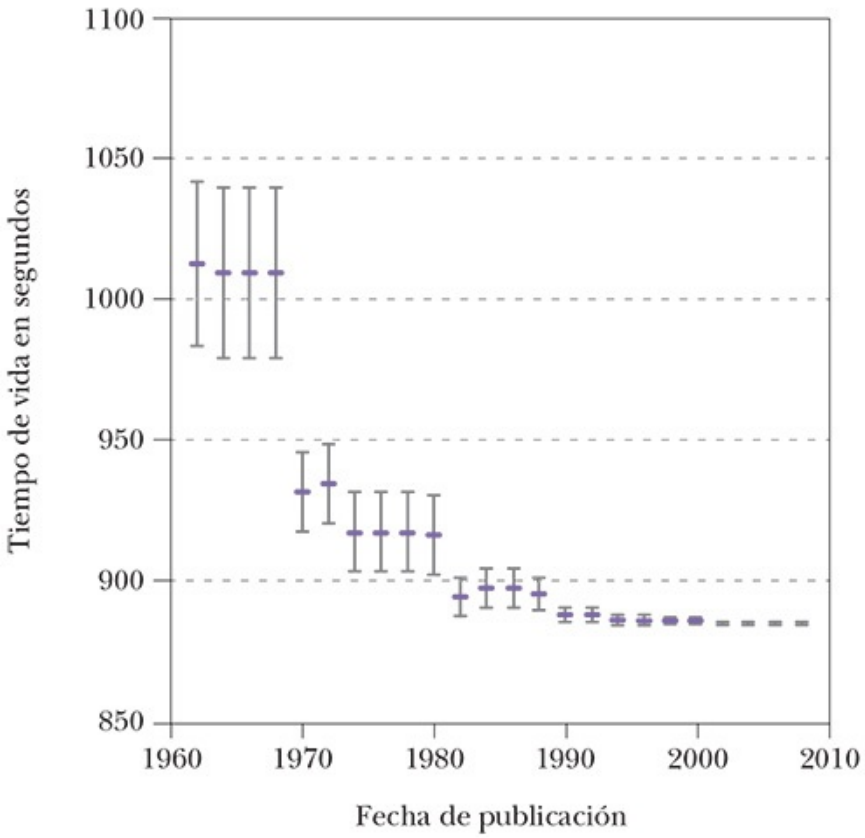
subsecuentes veían lo mismo que las anteriores?

Evidentemente el error estadístico graficado no era el único presente. Uno o varios errores sistemáticos no fueron considerados entonces. Ahora, después de muchos años, resulta evidente que éste no se distribuía alrededor del valor central, sino que empujaba al valor central en una dirección alejándolo del valor real.

Pero, si la primera medición estaba tan lejos del valor real, ¿por qué una segunda medición, independiente, vuelve a caer tan lejos y con un valor central en la misma dirección que la medición anterior?



Desintegración del neutrón en un protón, un antineutrino y un electrón.

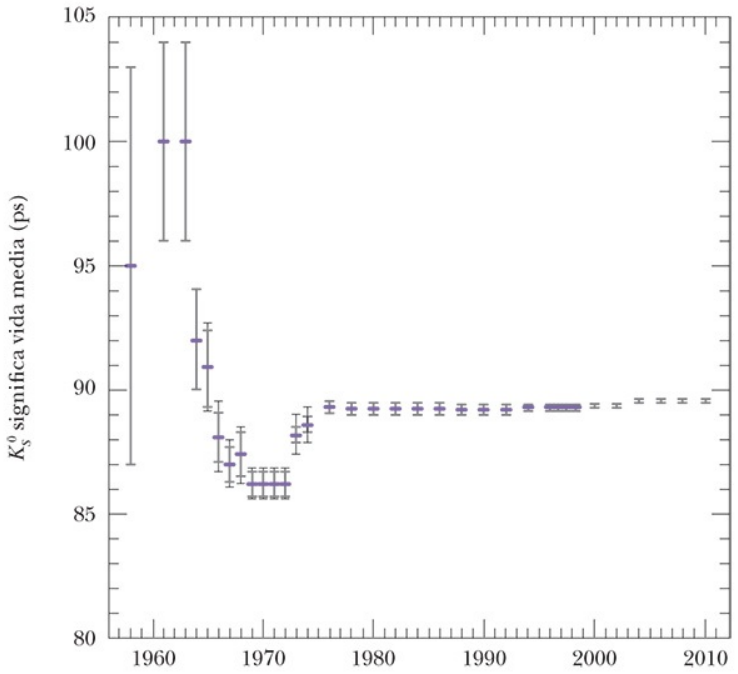


La vida media del neutrón como función de la fecha de publicación.[5]

Aquí la respuesta es clara: la medición siguiente fue influenciada por el valor observado con anterioridad.

La vida media del neutrón es una de las muchas propiedades que muestran una evolución caprichosa en función del tiempo de la medición. La curva que mostramos de la vida media del mesón K es aún más sinuosa.

La subjetividad en la ciencia no necesariamente implica falta de rigor. La inferencia basada en los métodos bayesianos está gobernada por leyes matemáticas en donde la información previa o prejuicio, está bien representado. Esto permite asimilar datos nuevos de una manera cuantitativa y probabilística. Es una manera educada de tomar en cuenta los sesgos que induce un prejuicio.



Vida media del mesón K como función del año de publicación.[6]

Hay otras muchas herramientas que facilitan el uso de la información subjetiva en procesos objetivos de inferencia científica. Así, por ejemplo, el trabajo que se realiza mediante optimización de modelos con parámetros ajustables permite interaccionar intuitivamente para que las suposiciones cualitativas entren en juego en la comprensión del sistema.

Contrario a lo que muchos piensan, la subjetividad tiene un papel importante en la actividad científica donde representa una ventaja al momento de generar hipótesis y buscar explicaciones. Los científicos son conscientes de lo inevitable de los prejuicios y por eso han desarrollado métodos para cuantificar y reducir sus efectos.

[1] Peter Galison, *How experiments end?*

[2] Ibíd.

[3] Ibíd.

[4] Particle Data Group, The Review of Particle Physics (2015), http://pdg.lbl.gov/.

[5] Ibíd.

[6] Ibíd.

LA FALSA MEDIDA DE LA CIENCIA

Normalmente sólo vemos lo que queremos ver;
tanto es así, que a veces lo vemos donde no está.
ERIC HOFFER

Se caracterizan por piel negra, pelo negro lanoso, ojos grandes y prominentes, nariz ancha y plana, anchos de espesor los labios y la boca ancha, cabeza larga y estrecha, frente baja, pómulos prominentes, mandíbulas salientes. La disposición es que el negro es alegre, flexible e indolente; mientras que los de muchas naciones que componen esta raza presentan una diversidad singular de carácter intelectual, de los cuales la extrema medida es el grado más bajo de la humanidad […] el carácter moral e intelectual de los africanos es muy diferente en las distintas naciones. Los negros son proverbialmente cariñosos en sus diversiones, en las que participan con gran exuberancia del espíritu; un día de trabajo de ellos no es impedimento para una noche de diversión. Al igual que las naciones bárbaras, son con frecuencia caracterizados por la superstición y crueldad, y parecen ser aficionados a las empresas bélicas, y no son deficientes en valor personal, pero, una vez superado, se dejan llevar por su destino, y se acomodan con asombrosa facilidad a cualquier cambio de las circunstancias. Los negros tienen poca habilidad para inventar, pero gran capacidad de imitación, de modo que adquieren fácilmente artes mecánicas. Tienen un gran talento para la música, y todos sus sentidos externos son muy agudos.

[…]

La raza americana se caracteriza por una tez morena, pelo largo, negro, lacio y barba deficiente. Ojos negros y profundos, frente baja, pómulos altos, nariz grande y aguileña, boca grande, labios hinchados y comprimido. En su carácter mental los estadounidenses se oponen al cultivo, y son lentos en la adquisición de conocimientos; vengativos, inquietos y amantes de la guerra, y totalmente desprovistos de realizar aventuras marítimas. Son astutos, sensuales, ingratos, obstinados e insensibles, y gran parte de su afecto por sus hijos puede deberse a motivos puramente egoístas. Devoran los más repugnantes [alimentos] sin cocinar y limpiar, y parece que no tienen ni idea más allá de proporcionar por el momento presente […] sus facultades mentales, desde la infancia hasta la vejez, presentan una infancia continua [….] [indios] no sólo son contrarios a las restricciones de la educación, pero en su

> mayor parte son incapaces de un continuo proceso de razonamiento sobre temas abstractos.
>
> […]
>
> La raza caucásica se caracteriza por una piel naturalmente hermosa, susceptible de todos los matices. Cabello fino, largo y rizado, y de varios colores. Cráneo grande y ovalado, y su porción anterior completa y elevada. Cara pequeña en proporción a la cabeza, de forma oval, con características bien proporcionadas […] Esta raza se distingue por la facilidad con la que alcanza las más altas dotes intelectuales […] la fertilidad espontánea del caucásico ha hecho multiplicar a muchas naciones, y la ampliación de sus migraciones en todas las direcciones, ha poblado las mejores partes de la tierra, y dio a luz a sus más bellos habitantes.[1]

Esto escribía Samuel George Morton (1799-1851), fundador norteamericano de la etnografía, impulsor del poligenismo y considerado en su tiempo el más grande de los científicos objetivos en un área del conocimiento controversial como era la antropología.

Siendo cristiano, Morton creía que la Biblia respaldaba el origen separado de las razas humanas con las características descritas arriba, pero le incomodaba la implicación monogenista expresada en el Génesis con la historia de Adán y Eva.

La fama de Morton se deriva en mayor parte de su trabajo con cráneos a los que midió detalladamente con el objetivo de determinar la capacidad craneana —equivalente óseo del tamaño del cerebro.

Durante su vida, Morton fue considerado como un científico estricto en su aplicación del método científico y fue elogiado por su honestidad a toda prueba.

Stephen Jay Gould (1941-2002) publicó en 1978 un artículo en la prestigiosa revista *Science* con el que daba inicio a un largo debate con Samuel Morton. La controversia entre un vivo y un muerto duró mucho tiempo y 35 años después, el debate continúa ahora cuando ambos ya descansan en cementerio y camposanto.

En el título mismo de su primer trabajo sobre el tema de los cráneos de Samuel Morton, Gould escribió: “la manipulación inconsciente de los datos podría ser la norma en la actividad científica”.

Stephen Jay Gould denunció los métodos de Morton en ese artículo, y luego en su famoso libro *La falsa medida del hombre*. En éste, su libro más controversial, Gould revisó el histórico afán humano por determinar la inteligencia de las personas con pruebas psicológicas, craneometría, estudios anatómicos del cerebro y con el socorrido IQ de nuestros días.

Samuel Morton comenzó en 1830 a coleccionar cráneos y para 1851, año de

su muerte, contaba con más de mil especímenes. Con alrededor de 600 cráneos de todo el mundo Morton se dio a la tarea de medir el tamaño. Como muchos de su época, consideraba que el tamaño del cráneo era la mejor medida de la inteligencia.

Morton proporcionó datos duros donde otros sólo especulaban y al resumir sus mediciones mostró una clara jerarquía en la que los blancos se situaban en primer lugar, seguidos por los indios americanos y finalmente los negros.

Del otro lado del Atlántico la clasificación colocaba a los europeos en la cima, judíos enseguida y los hindúes en la posición inferior.

Raza	Número de cráneos	Capacidad interna en pulgadas cúbicas		
		Media	Mayor	Menor
Caucásico	52	87	109	75
Mongol	10	83	93	69
Malayo	18	81	89	64
Americano	147	82	100	60
Etíope	29	78	94	65

Una de las tablas de resumen de Morton citada en el artículo de Gould.[2]

La escala de Morton no sólo significó un fuerte apoyo a su teoría de poligenismo, dio además base científica al racismo que hasta ese momento era especulativo y vino a justificar, por fin con base en datos duros, al esclavismo.

La crítica de Gould sobre la manipulación de datos que llevó a Samuel Morton de manera inconsciente hacia el diagnóstico de las capacidades e incapacidades de las razas humanas, se convirtió en un icono del manejo tendencioso de la información. El libro de Gould se fue convirtiendo en lectura obligada para estudiantes involucrados en el análisis de datos.

La falsa medida del hombre significó el descrédito total de Samuel Morton al mostrar que éste había manipulado arreglos especiales de la muestra de datos, que cometió errores de análisis y que falseó algunas de las medidas de su amplia colección de cráneos para encontrar que los caucásicos tienen cerebros más grandes que los de otras razas.

“Morton no hizo distinción de cráneos por sexo”, asegura Stephen Gould. La diferencia entre sexos es importante, pues la estatura cuenta mucho en todas las estructuras óseas. “Muchas de sus muestras contenían sólo cráneos de un sexo”

—asevera Gould.

Gould dice que en el caso de los caucásicos Morton se cuidó de quitar cráneos que hubiesen bajado el valor de la media, pero mezcló cráneos de Sudamérica con cráneos de indígenas norteamericanos para de ese modo conservar la jerarquía que probablemente tenía en mente con antelación. Gould agregaba: “los científicos son seres humanos enraizados en contextos culturales, no autómatas dirigidos hacia una verdad externa”.

Para Gould la cosa no queda en eso. Este tipo de anomalías que siempre están presentes en la ciencia sirven para entender cómo se genera el conocimiento.

> Cuando “los científicos” llegamos a descubrir un caso de fraude excomulgamos al autor luego declaramos, con aires de suficiencia, la pureza de la ciencia y regresamos al trabajo. Estos casos logran a menudo un alto nivel en el chisme gremial pero pocas veces nos dicen algo sobre la manera de hacer ciencia.[3]

Desde entonces, las ideas de *La falsa medida del hombre* han tenido una influencia fuerte sobre todo en las áreas de investigación social.

El libro de Gould busca rebatir lo que se conoce como “determinismo biológico” que establece que las diferencias sociales y económicas entre razas, clases y sexos surgen de la herencia de tal manera que la sociedad es un reflejo de la biología. Rechaza que se les pueda dar valor a los individuos midiendo la inteligencia como cantidad simple.

Para Stephen Gould la ciencia no es una empresa objetiva y se le debe entender como fenómeno social. Él cree que existe una realidad de hechos de la que se puede aprender mucho mediante la ciencia, pero la influencia del contexto cultural en este proceso es inevitable. Impugna dos falacias asociadas con la abstracción:

> 1) La reificación: que es la tendencia a convertir un concepto abstracto en una entidad real. En el caso de “la medida del hombre” el concepto es “inteligencia”.
> 2) *Ranking*: que es la tendencia a ordenar en un escala gradual ascendente los números asociados con la medición (sean cráneos, IQ, etcétera). La ordenación de números termina por destruir el comportamiento complejo de las entidades que pueden ser muy variables.

Para mostrar el contexto que vendría a acomodar los resultados de la

cranometría Stephen J. Gould nos recuerda la idea que se tenía en el siglo XIX, cuando gente culta como Thomas Jefferson decía: “lo pongo sólo como sospecha, que los negros, si es que son originalmente una raza distinta o fueron hechos diferentes por el tiempo y las circunstancias, son inferiores a los blancos en su dotación física y mental”.[4]

Thomas Jefferson pone de relieve pues un racismo más allá del debate entre monogenismo y poligenismo. En el monogenismo aunque tengamos un origen común la degradación de la perfección original se daría de forma diferencial; muy alta degradación para los negros y ninguna para los blancos que conservaron la perfección de su origen. En el poligenismo, en cambio, las diferencias son de procedencia.

Treinta años después de la publicación de *La falsa medida del hombre*, en 2011, un equipo de especialistas se dio a la tarea de revisar el trabajo de ambos, Samuel Morton y Stephen Jay Gould, para luego concluir que efectivamente hubo un sesgo en el análisis de los datos pero que éste no fue el que Morton introdujo para apoyar sus prejuicios racistas, sino de Stephen Gould para defender su integracionismo.[5]

La variación de la capacidad craneana en las poblaciones humanas parece depender fuertemente del clima.[6] Se nota, por ejemplo, que los grupos nativos de América ocuparon todo el continente y no obstante muestran una gran variación en la capacidad craneana. Las mediciones parecen revelar una dependencia de la capacidad craneana con la latitud.

Esta observación parece haber animado la revisión en la que se encuentran razones para restaurar el prestigio de Morton como científico honesto.[7] El hecho de que haya reportado que el cráneo de los amerindios del norte es mayor que el de los mexicanos y éste mayor que el cráneo de los peruanos parece devolverle crédito ahora que se ha confirmado esta variación.

Uno de los varios aspectos que Gould critica en el análisis de Morton es el que se refiere el cálculo directo de la media y no el promedio de datos agrupados. En este sentido Stephen Jay Gould dice:

> La media de Morton para los indígenas es de 82 pulgadas cúbicas, que es el promedio directo, es decir, promedio desagrupado de cráneos, que representan a los pueblos desde Canadá hasta Sudamérica. Como primera nota, esto es incorrecto.
>
> Él (Morton) divide a los indígenas en dos grupos, toltecas de México y Sudamérica por un lado y

tribus bárbaras (principalmente de Estados Unidos y Canadá) por el otro. El tamaño de las muestras que da Morton es de 147 (que en realidad son 144 porque tres estaban muy incompletas para ser medidas), 57 toltecas y 87 bárbaras. Sin embargo, reporta para la media de los barbaros 82.4 pulgadas cúbicas. Incluyendo la media tolteca de 76.8 pulgadas cúbicas y usando su método de promedio desagrupado, la gran media sería de 80.2 pulgadas cúbicas. Este error elemental le permite a Morton retener la escala convencional con blancos arriba, indios en medio y negros debajo.[8]

Media de datos agrupados versus media directa

La media de una muestra de datos se puede determinar de dos formas:

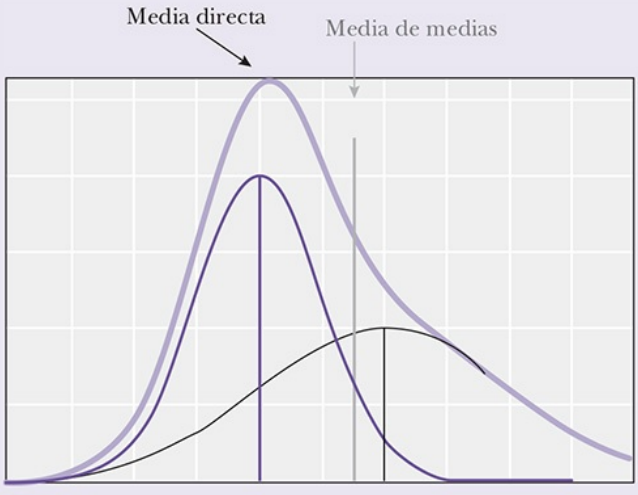
Una en la que se toman todos los datos para calcular la media aritmética: media directa.

Otra en la que se agrupan para obtener las medias de cada grupo y luego se calcula la media de medias.

La manera de calcular arrojara resultados muy diferentes cuando la abundancia de los grupos es muy diferente.

La media tan baja de Morton de 80.2 pulgadas cúbicas refleja la diferencia de tamaños de muestras muy desiguales. Incas peruanos con la menor capacidad craneana son los más abundantemente representados (23% de la muestra).

Esto fue corregido en 1949. Desafortunadamente los revisores dicen que no hubo cambio cuando la proporción de peruanos aumentó a 50%.



La distribución con línea de color firme es menos abundante que la distribución con línea color suave. La suma de ambas distribuciones (firme+suave) produce la distribución con línea morada que tiene su valor medio, indicado con línea negra, más cerca de la distribución dominante representada por la línea gris. La media de medias está ubicada donde señala la línea amarilla.

Stephen Jay Gould tiene aquí un punto importante de análisis estadístico y resulta poco afortunado que en la revisión los autores contesten diciendo que en el artículo de Morton publicado 10 años más tarde (1949) sí se hizo el cálculo de promedio de medias y no la media directa, como en el trabajo de 1939, con un resultado prácticamente igual. El argumento parece ser que Morton obtiene un resultado muy cercano. Esto significa que el tamaño de la muestra con una media menor (incas de Perú) pasó de 23% en 1939 a 50% en 1949 de la muestra total, pero el resultado fue casi el mismo. Con esta observación queda la impresión de que el punto central de Gould no fue percibido: no es el hecho de que el número cambie mucho o poco sino la "metodología con tendencia" lo que preocupa. No se tiene siquiera que ser consciente en la manipulación de los datos, basta con recurrir a una técnica parcial para mostrar que la mirada a los datos contiene una expectativa.

La crítica de Gould a Morton por no agrupar a los amerindios para mostrar que las tribus del norte tienen cráneos mayores, es rebatida diciendo que ésta sí se muestra en varias ocasiones en la obra de Morton, pero, aquí de nuevo el no considerar esto en el resumen y la escala final muestra de nuevo la necesidad de llegar a una conclusión independientemente de lo que los datos digan.

Los esquimales tienen cráneos aún mayores que todos los demás grupos. El haber observado y medido, como lo hizo Morton, una escala descendente por tamaño de cráneo: esquimales, tribus del norte, mexicanos y peruanos, pero no haberla considerado como la indicación de dependencia con otra variable —que resultaría ser temperatura—, es precisamente ver sólo aquello que se quiere ver. En este caso lo que se quería ver era que los caucásicos son más inteligentes que todos los demás. La variación, que sí reportó, acabaría por mostrar una dependencia que implicaba una variable escondida. Información reportada pero no atendida.

Otro de los puntos en que la revisión descalifica el análisis de Gould es en la

imposibilidad que tenía Morton de determinar el sexo de los cráneos que medía. Los revisores consideran que la denuncia de Gould en ese sentido es infundada. Morton no podía saber cuál era el sexo de sus cráneos y no sabía por tanto si tenía en una muestra más de mujeres que en otra. Gould lo discute con mucho detalle en su libro y no sabemos si tenía razones para defender este punto. Aparentemente sí existía información de su proveniencia en algunos de los cráneos según Gould, desafortunadamente ya no sabremos nunca lo que diría en su defensa. Independientemente de esto, resulta claro para todos y para Morton también, que el tamaño del cráneo depende de la estatura y que por tanto el no contar con la información del sexo de sus cráneos introducía un error enorme a sus valores medidos. Las mujeres tienen un cráneo menor que los hombres. La dispersión habría sido tan grande que hubiese acabado con la escala que obtuvo y que reportó como evidencia racista. La medición de Morton dejó de lado un error enorme que abrió un intervalo grande de incertidumbre en el que sus valores se pueden mover de manera sesgada. Eso fue lo que ocurrió.

Si elegimos los cráneos de jugadores de baloncesto como muestra encontraremos una capacidad craneana considerablemente mayor que el promedio. Si consideramos una muestra femenina de cráneos la capacidad será más pequeña.

La correlación con estatura no fue considerada en la medición y el argumento de los revisores es que Morton sólo tenía el tamaño del cráneo como manera de distinguir el sexo. Se cae así en un círculo en el que quitar los cráneos pequeños para separar a las mujeres habría afectado la medición misma en que se pretende ver cuáles son los cráneos más pequeños. Para un científico objetivo esto sería la indicación de una limitación en la medición. Si aun sabiendo esto decide continuar con las mediciones saben que deberá incorporar un error en los valores que obtenga y que eventualmente la incertidumbre será enorme. Morton no se detuvo y no consideró errores por la incertidumbre en el sexo de sus cráneos.

Quizá los revisores quisieron reivindicar a Morton porque a pesar de todo sí midió lo que con el tiempo quedaría firmemente establecido, a saber, la dependencia del tamaño del cráneo con la temperatura. Morton fue el primero en medirlo, pero no en observarlo. El ver una escala racista donde había una escala de temperaturas respondía a una expectativa del siglo XIX y Morton no pudo escapar a ella.

Es aquí donde se contextualiza el quehacer científico.

Por su parte, Stephen Jay Gould quizá no vio que las diferencias de capacidad craneana podrían tener una razón de ser: la temperatura. Quizá no aceptó que Morton encontrara una diferencia en el tamaño de los cráneos y buscó la manera de eliminar la diferencia reportada. Este detalle dio pie a los revisores que hoy saben que hay diferencias en capacidad craneana como función de la latitud.

Si Morton vio sólo lo que quería ver y Gould sesgó los datos para justificar su integracionismo eso no es lo más relevante de la historia. El filósofo Eric Hoffer decía: “Normalmente sólo vemos lo que queremos ver; tanto es así que a veces lo vemos donde no está”.

No podremos evitar a los científicos parciales, pero sí podemos evitar el sesgo de los datos. Al final no mediremos la grandeza de los hombres por su honestidad sino por la profundidad de su mirada.

[1] Anónimo, “Review of Morton’s Crania Americana”, en *American Journal of Science and Arts*, vol. 38, núm. 2 (1840). Versión digitalizada acceso libre gracias a Google Books Search.

[2] Stephen J. Gould, “Morton’s ranking of races by cranial capacity: unconscious manipulation of Data may be a scientific norm”, en *Science*, vol. 200 (1978).

[3] Ibíd.

[4] *Los nativos americanos y la esclavitud de los negros* ver http://www.elmundo.es/elmundo/2010/03/06/cultura/1267875949.html.

[5] Jason E. Lewis, David DeGusta, Marc R. Meyer, Janet M. Monge, Alan E. Mann, Ralph L. Holloway, “The Mismeasure of Science: Stephen Jay Gould versus Samuel George Morton on Skulls and Bias”.

[6] Beals K. L., Smith C. L., Dodd S. M., “Brain size, cranial morphology, climate, and time machines”, en *Curr Anthropol*, vol. 25 (1984).

[7] Jason E. Lewis, David DeGusta *et al.*, op. cit.

[8] Stephen J. Gould, op. cit.

LA FALACIA DEL FISCAL

El tercer sábado de marzo de 2007 el diario británico *The Guardian* informó a sus lectores la muerte de Sally Clark. Sus familiares la habían encontrado sin vida un día antes por la mañana tendida en la cama de su habitación. Unos meses más tarde el mismo diario comunicaría la conclusión del forense acerca de la causa del deceso: una aguda intoxicación alcohólica. La BBC anunció el fallecimiento con un encabezado más sugerente: "El alcohol mató a la madre Sally Clark".[1]

Con ese motivo, John MacManus, uno de los pocos que estuvieron en favor de Sally años antes, dijo: "todos piensan que es como en la película *Sueños de libertad*, sales de la cárcel y la vida es brillante. Uno no puede sólo salir y recoger los pedazos de la vida. Yo creo que esta mujer murió porque su corazón fue destrozado. Acudió al alcohol para ahuyentar los horrores de su vida".

Sally fue hija única del matrimonio entre un oficial de policía y una estilista. Nació en Devizes, un pequeño pueblo en el sur de Inglaterra, donde se organiza cada semana un gran mercado abierto. En el pueblo aún se cuenta la historia ocurrida en 1753 en la que tres mujeres acordaron comprar un saco de trigo pagando cada una cantidades iguales del costo total. Cuando una de las mujeres reunió las partes de las otras descubrió que faltaba dinero y entonces le pidió a una de ellas, llamada Ruth Pierce, la cantidad faltante. Ruth Pierce protestó diciendo que ella había dado lo que le correspondía, y añadió: "que me caiga muerta ahora mismo si no es así". Fue en ese momento que, ante las miradas consternadas de la gente, cayó al suelo muriendo al instante y con el dinero oculto en la mano. El juez declaró entonces que la mujer "cayó muerta por venganza de Dios".

Sally debe haber escuchado esta historia muchas veces durante su infancia y más tarde, siendo ya abogada, debe haber reflexionado sobre la declaración histórica del juez.

Cuando Sally tenía 26 años se casó con Steve, un abogado con quien habría de tener a su primer hijo, el 26 de septiembre de 1996. Unas semanas más tarde Sally llamó a la ambulancia porque su hijo había perdido la conciencia mientras lo acostaba en su cuna. El niño murió cuando era transportado al hospital.

Sobre esos días de tristeza y desesperanza Steve, esposo de Sally, recordaría años más tarde: “pensé entonces que la vida no podía ser peor, pero me equivoque”.

Sally y Steve decidieron que la mejor manera de sobreponerse al terrible dolor por la pérdida de su hijo era otro bebé y en noviembre de 1997 nació Harry, con tres semanas de anticipación. Dos meses más tarde Harry se colapsó en su silla muriendo al instante.

En las dos ocasiones desafortunadas en que sus hijos murieron, Sally estaba sola con ellos. Cuando su primer hijo murió, Steve había ido a la cena navideña de la oficina donde trabajaba. Esa noche después de alimentar a su hijo a las 7:30 p.m., Sally lo acostó en su recámara. Un poco más tarde a las 9:30 p.m. fue a la cocina a prepararse una taza de té, cuando regresó vio que Christopher se había puesto gris. Llamó a emergencias a las 9:35 p.m. y la ambulancia llegó en dos minutos. Sally se puso histérica y no podía abrir la puerta que se encontraba asegurada con llave. Fue su vecino, que al escuchar la conmoción, acudió con la llave que le habían confiado. La mañana de enero en que Harry, su segundo hijo, murió, Sally lo había llevado a vacunar contra difteria, tos ferina, tétanos y polio. Steve llegó del trabajo ese día a las 8 p.m., 90 minutos después, mientras preparaba el biberón, escuchó los gritos de la recámara en que Sally veía horrorizada cómo su hijo se desplomaba en la silla poniéndose azul. La ambulancia llegó nueve minutos después de que la llamaran y encontró a Steve tratando de resucitar a su hijo de acuerdo con las instrucciones que había recibido por teléfono.

Uno puede pensar que cuando los hijos mueren ya todo está perdido, pero no siempre es así. Sally tenía más que perder. Poco tiempo después de la muerte de su segundo hijo, Steve y Sally fueron arrestados bajo sospecha de asesinato. Harry presentaba traumatismos con desprendimiento de retina y contusiones en el cerebro y aunque los daños que presentaba el bebe fueron consecuencia de los intentos de resucitación, el caso le fue presentado al profesor Roy Meadow, entre otros especialistas conocidos por su campaña pública en la que reclamaban que

hasta 40% de las muertes súbitas en bebes son en realidad casos de abuso de los padres. Después de revisar el expediente el activista recomendó asentar la causa de muerte como “incierta”. Por supuesto, todo esto llevó a la revisión de la muerte de Christopher, el primer hijo de la familia Clark. Esta revisión acabó por cambiar el certificado de defunción que originalmente decía “muerte natural” por una causa nueva: “sofocación”.

Su esposo salió libre casi enseguida, pero Sally fue acusada de homicidio de sus dos hijos y sentenciada a cadena perpetua. Durante el proceso, Sally tuvo un tercer hijo que le fue retirado para cuidado institucional. Sally perdió así la custodia de su tercer hijo al mismo tiempo que la libertad.

El caso de Sally fue ampliamente discutido, revisado por especialistas y expuesto al público durante los años en que se fueron dando los sucesos. Los argumentos que llevaron a Sally a la cárcel se fueron desvaneciendo con las declaraciones y la opinión de expertos hasta que el prominente profesor y pediatra Meadow tomó nueva cuenta de la persecución y testificó en contra de Sally.

Roy Meadow había llegado a la cumbre de su carrera científica con la publicación de un trabajo académico en que describió el fenómeno “Síndrome de Münchausen Intermediado”. El Síndrome de Münchausen, a secas, había sido estudiado antes. Consiste en la adopción de conductas en las que se asume el papel de enfermo. Quien lo padece puede generarse lesiones a sí mismo para adquirir los síntomas de una manera consciente con el fin de ser considerado y asistido por terceros de una manera especial. Meadow mostró una nueva modalidad del síndrome al que llamo “Intermediado” en que el “cuidador” induce en aquellos a quienes cuida, problemas físicos o mentales. El Síndrome de Münchausen Intermediado a menudo se presenta en niños, como una forma de abuso por parte de quien los cuida. Tan destacado trabajo fue ampliamente reconocido y Roy Meadow recibió en 1998 la orden de Caballero de la Gran Bretaña por sus servicios en favor de los niños. Para entonces Meadow ya había escrito un capítulo en el libro *El ABC del abuso infantil*, en el que se puede leer: “una muerte súbita en una familia es una tragedia, dos es una sospecha, tres es un asesinato hasta que se pruebe lo contrario”.

Roy Meadow era considerado una autoridad en abuso a menores y muerte súbita, por lo que su declaración tuvo un peso decisivo en el jurado. Según

Meadow, la muerte súbita se presenta en uno de cada 8 mil 500 familias en Inglaterra y por tanto la probabilidad de que ocurra en dos ocasiones en la misma familia es el cuadrado de $^{1}/_{8\ 500}$, lo que significa uno en 73 millones. Meadow fue aún más preciso: según sus estudios estadísticos, en el caso de una familia pudiente de no fumadores, como era el caso de los Clark, la probabilidad es uno en 8 mil 543 y el producto de este número, pequeño por sí mismo, arroja la extremadamente pequeña probabilidad de que tal cosa ocurra. Ya que cada año nacen en Inglaterra 700 mil niños, Meadow dijo a la Corte que una familia británica sufriría la muerte súbita de dos bebés cada 100 años.

Ante tal despliegue de erudición, ocho de los 10 miembros del jurado pensaron que la probabilidad de que Sally fuera inocente era una en 73 millones y fue condenada a pasar el resto de su vida en prisión.

Las normas jurídicas representan los valores que una sociedad quiere preservar, pero un juez no está interesado en encontrar la “verdad real”, sino aquella que puede demostrar con las pruebas aportadas. Los jueces quieren llegar a lo que es irrefutable con base en los hechos e independientemente de lo que realmente haya ocurrido.

Sally era abogada y en todo ese tiempo debió recordar la declaración del juez que en 1753 había dicho: “cayó muerta por venganza de Dios”, refiriéndose a la mujer que unos segundos antes había comprometido su vida como moneda de cambio con la verdad. Los hechos estaban ahí y eran contundentes para los ojos pasmados de una muchedumbre que lo vio todo. Ahora, las estadísticas del pediatra no eran menos convincentes. En ambos casos, el de Sally y el de Ruth Pierce, el elemento común es probabilidad y estadística.

Es cierto que la probabilidad de que dos eventos independientes ocurran es igual al producto de la probabilidad de cada uno de ellos. Sin embargo, lo que el prestigioso pediatra Roy Meadow ignoró es que, para proceder a estimar la probabilidad de ocurrencia de dos eventos como el producto de las probabilidades, éstos deben ser independientes. El eminente pediatra nunca presentó datos sobre la incidencia de muertes súbitas en familias que ya habían tenido una entre sus ascendientes o familiares actuales.

Ray Hill, matemático de la Universidad de Salford quien, como mucha gente en Inglaterra, seguía la historia en los periódicos, analizó los datos y estimó que la probabilidad de una segunda muerte súbita en la misma familia estaba entre

una en 60 y una en 130. Es decir que de cada 60 o 130 casos en que se presenta el fallecimiento por muerte súbita en una familia se produce la muerte de un segundo bebé. De tal manera que la probabilidad de dos muertes no es una en 73 millones como había calculado el delator Meadow, sino el producto de $^{1}/_{8\,500}$ por $^{1}/_{100}$ es decir una en 850 mil.

La Sociedad Real de Estadística hizo público el error de las estimaciones. El presidente del panel agregó: “Sir Roy es un eminente pediatra, pero no debió alejarse de su ámbito de competencia”. Muchos matemáticos consideraron lamentable la manera de razonar con probabilidades y hubo quien publicó en *British Medical Journal* un artículo titulado: “¿Convicta por error matemático? Los médicos y abogados deben entender la teoría de probabilidades”.

No obstante, se puede pensar que, si bien uno en 850 mil es más grande que uno en 73 millones, la cantidad sigue siendo muy pequeña. Después de todo, la probabilidad de dos muertes súbitas es casi de una en un millón. Ray Hill, como profesor universitario de matemáticas, llevó a cabo un detallado análisis de los datos proporcionados por el Confidential Enquiry for Stillbirths and Deaths in Infancy (CESDI). Con esa información estimó la probabilidad de que un niño elegido al azar sufra muerte súbita como una en 1 303. Cortar la muestra para que esta probabilidad caiga a una en 8 mil 500 en familias de no fumadores donde la madre es mayor de 26 años no es una buena práctica. Uno puede siempre encontrar criterios para reducir la muestra tanto como se quiera. Si ahora usamos estos números, tendremos que la incidencia de doble muerte súbita es de alrededor de una en 130 mil que ya es mucho menor que una en 73 millones. Para ver lo que significa “mucho menor” en este caso consideremos que —como bien decía el pediatra Meadow— cada año nacen en Inglaterra 700 mil niños, entonces esperamos que cada año cinco familias sufran la muerte súbita de dos niños. Esto coincide con la declaración de la Fundación para el Estudio de Muerte Infantil que dice saber de dos casos cada año. Tener cinco casos de doble muerte súbita cada año es muy diferente a la estimación del pediatra que esperaba un caso cada 100 años.

Roy Meadow no sólo tomó una muestra estadística modificada haciendo que los hechos fueran más improbables, también ignoró la condicionalidad de las probabilidades. No obstante, nada de esto es tan asombroso como el hecho de que ni la defensa, ni el fiscal, ni el forense repararon en que la autopsia original

del primer hijo de Sally era muerte natural, aun cuando en el certificado fue asentado muerte súbita como diagnóstico de exclusión. Este certificado fue posteriormente cambiado por el de “sofocación” a petición del acusador. La disputa se había centrado, pues, entre la muerte súbita o sofocación cuando en realidad muerte súbita fue introducida posteriormente por eliminación.

Más aún, se buscó mostrar cuán improbable es la muerte súbita de dos niños en una familia inglesa ignorando los factores que la hacen más probable. Por ejemplo, el especialista Roy Meadow debía saber que la muerte súbita en niños es más común que en niñas, ocurre en dos de cada tres casos. En el caso de Sally ambos eran niños.

Todo esta argumentación resulta insignificante cuando consideramos la manera como el jurado interpretó los análisis estadísticos. La mayoría de los jueces pensaron que si bien uno en 73 millones es tan pequeño como incorrecto, uno en 130 mil es, aún, un número muy pequeño. La probabilidad de que los dos niños de Sally sufrieran muerte súbita es muy pequeña —debe por tanto tratarse de un homicidio—. Esta manera de razonamiento es equivocada. El proceder ilógico de este juicio es conocido como “la falacia del fiscal”: la probabilidad de dos muertes súbitas en una familia inglesa no es la probabilidad de que Sally sea inocente.

La falacia del fiscal

Imagine que usted le ha pegado al premio gordo de la Lotería Nacional. La probabilidad de ganar el premio mayor en una Lotería Nacional es típicamente de uno en 200 millones. Por tanto, la probabilidad de que a usted le haya tocado el premio mayor, por azar, es de uno en 200 millones. En la manera falaz de entender la probabilidad, el que sea muy pequeña implica un fraude. Una probabilidad de uno en 200 millones de que usted sea el ganador lo convierte en sospechoso. Este número mostraría que le ha tocado el premio de manera fraudulenta. Una probabilidad minúscula indicaría que usted ha manipulado a los niños que extraen las bolas del bombo y que, por tanto, debe usted ser juzgado por estafa. La probabilidad de que sea usted un ganador legítimo es uno en 200 millones.

Las evidencias médicas se habían desvanecido, y en octubre de 2003, Sally fue liberada después de haber pasado tres años en prisión. Mientras se leía el veredicto Sally lloró amargamente.

Durante los cinco años previos su esposo había tenido que vender la casa para poder cubrir los gastos administrativos y los honorarios legales. Se había mudado a una casa cercana a la prisión y se había dedicado a elaborar la defensa y una campaña pública en favor de su esposa.

Sally tenía entonces 38 años y una vida completamente desecha.

La probabilidad de que Sally sea inocente

Si uno en 130 mil no es la probabilidad de que Sally sea inocente, entonces ¿Cuál es la probabilidad? Podemos evaluarla tomando como base los números ya mencionados. Lo podemos hacer en la ausencia de toda evidencia forense. Para este fin es necesario recurrir al Teorema de Bayes que nos da la posibilidad de combinar probabilidades de varios eventos.

Este análisis es tomado del artículo “Más allá de duda razonable”, de Helen Joyce en la revista *Plus*, 2002. [2] Quien hace una excelente e inmejorable exposición.

Nos limitamos aquí al análisis probabilístico en términos de la frecuencia con que ciertos hechos ocurren. En Inglaterra existe la “presunción de inocencia”, es decir, que los acusados no están obligados a mostrar su inocencia. Es el acusador que debe probar la culpa del acusado y lo debe hacer “más allá de toda duda razonable”.

En este marco, el análisis probabilístico sólo debe dar una estimación que nos lleve a la “duda razonable” para que se considere la inocencia del acusado. Si la estimación tiene fundamentos de razón y no es sólo un capricho, entonces nos proporcionará duda razonable y con esto tendremos suficiente.

Empecemos por encontrar la probabilidad de varias causas de muerte de los hijos de Sally a sabiendas que los niños murieron. En particular, necesitamos evaluar la probabilidad de que ambos niños

hayan sufrido muerte súbita dado que han muerto. Como hipótesis alternativa tenemos la muerte por otra causa. Ignoraremos otras posibilidades, como, por ejemplo, que un tercero los haya matado. También ignoraremos la hipótesis de que ambos hayan muerto por causas naturales que no sean muerte súbita.

Entonces tenemos:

H: ambos sufrieron muerte súbita

D: Ambos niños han muerto

A: los niños no sufrieron muerte súbita

Lo que el Teorema de Bayes nos dice es:

$$P(H|D) = \frac{P(D|H)P(H)}{P(D|H)P(H)+P(D|A)P(A)}$$

Esta expresión se lee como sigue:

$P(H|D)$: la probabilidad de que ambos niños sufrieran muerte súbita dado que han muerto

es igual a

$P(D|H)$: la probabilidad de que hayan muerto dado que han sufrido muerte súbita

multiplicado por

$P(H)$: la probabilidad de que ambos hayan sufrido muerte súbita:

$P(D|A)$: la probabilidad de que estén muertos dado que murieron de causas naturales P(A): la probabilidad de que no hayan sufrido muerte súbita más:

$P(D|H)P(H)$: la probabilidad de que estén muertos por muerte súbita por la probabilidad de que ambos hayan sufrido muertes súbitas.

Conocemos P(H) que es igual a 1/100 000. También resulta trivial estimar $P(H|D)=1$, que es la probabilidad de que dos niños estén muertos dado que sufrieron muerte súbita. La probabilidad de la alternativa A es P(A) y por tanto es igual a 1 – P(H).

De las probabilidades en la ecuación la más difícil de estimar es $P(D|A)$, que no es otra cosa que la probabilidad de que dos hermanos

elegidos al azar sean asesinados. No existen muchas estadísticas en los registros. De acuerdo con los registros en Inglaterra hay menos de 30 niños asesinados por sus madres cada año. Puesto que, como hemos visto, nacen 700 mil niños cada año y el homicidio de dos es menos frecuente que el de uno, entonces debemos usar un número menor a 30/700 000 que es 0.000043. Usaremos un número 10 veces menor que seguramente excede la incidencia de doble homicidio. El fiscal debe proporcionar evidencia forense para contraponer a este número.

Con esto ya podemos proceder a evaluar la probabilidad de que Sally sea inocente:

$$P(H|D) = \frac{P(H)}{P(H)+P(D|A)\,(1-P(H))}$$

$$= \frac{0.00001}{0.00001+0.0000043\times(1-0.00001)}$$

$$= 0.699$$

Este número no pretende ser más que una estimación ruda y debe ser leído como la probabilidad de inocencia de Sally si consideramos estimaciones razonables. Siendo ésta mayor a 0.7 la estimación favorece a la inocencia.

Cuando se publicó el reporte que utilizó el doctor Meadow para hacer sus estimaciones estadísticas, se pudo ver con lo ahí asentado que una familia que ha sufrido la muerte inexplicable de un bebé tiene una probabilidad mayor de un segundo caso en el futuro. Más aún, en ese mismo reporte se daban a conocer cinco casos de muerte súbita doble el año anterior.

El pediatra persiguió a muchas mujeres con su teoría del Síndrome de Münchausen Intermediado, según la cual algunas madres maltratan a sus hijos para llamar la atención.

En julio de 2005, el Consejo General Médico deliberó en contra del pediatra a quien encontró culpable por conducta profesional inapropiada. En esa ocasión, el mismo Meadow admitió que fue insensible en el uso que hizo de la Estadística

para el caso de Sally Clark.

Angela Cannings fue la primera de varias madres que luego consiguieron la libertad. Ella había pasado 18 meses en prisión por la muerte de sus tres hijos. El caso de Angela llegó más lejos en términos jurídicos que el de Sally porque nunca hubo evidencia física. El fiscal había argumentado "comportamiento sospechoso por parte de la madre", quien había llamado por teléfono a su marido en lugar de marcar al servicio de emergencias cuando ocurrió la muerte de uno de sus hijos. El doctor Meadow dijo que no había antecedentes de muerte súbita en este caso. El veredicto de culpabilidad fue emitido en apenas nueve horas de deliberación y una solicitud de apelación fue rechazada. Cuando Sally fue liberada la nueva solicitud de apelación fue aceptada de inmediato. En las semanas siguientes la BBC hizo público que, contrario a la argumentación del pediatra Meadow, había, en la familia de Angela Cannigns, por lo menos dos ancestros por vía paterna con casos de muerte súbita.

Meadow había sido borrado de la lista de médicos a petición del General Medical Council (GMC) y entonces apeló ante la Corte de Justicia que dictaminó en su favor. El jurado se pronunció en contra de la cancelación de su nombre del registro de médicos, aunque sí justificó el criticismo del Consejo de Médicos.

La exesposa de Meadow lo acusó de ver mujeres con Síndrome de Münchausen por doquier. En sus declaraciones, la mujer dejó ver que el pediatra tenía problemas de misoginia.

En 2009, el doctor Meadow renunció a su registro de la lista de médicos del Consejo General de Médicos. Como consecuencia no podría ejercer más como médico ni testificar como experto en casos de justicia.

Cuando Sally murió tenía 42 años. Había intentado inútilmente reconstruir su vida acudiendo a clínicas y hospitales tratando de superar los problemas psiquiátricos. Durante sus años de prisión Sally fue asaltada y maltratada por otros convictos que se enfocaron en ella como una madre que asesinó a sus propios hijos. Todo ese tiempo vivió con el temor de ser envenenada con la comida.

Cuando Sally murió, ya todo estaba perdido y, ¿a dónde van los que lo han perdido todo?, ¿qué pueden querer y que van a decir?

Quizá sólo les queda morir cuando el cielo es blanco. Quizás es mejor dejar para otras mujeres las llanuras que se pierden y la primavera que comienza la

tercera semana de marzo.

[1] http://www.sallyclark.org.uk/arrests.html, https://plus.maths.org/content/os/issue21/features/clark/index.

[2] https://plus.maths.org/content/beyond-reasonable.doubt

ZOMEPIRAC

Una tarde, como cualquier otra al inicio de la década de los ochenta, una mujer de 42 años de edad visitó a su dentista para la extracción de un tercer molar. Esa misma tarde, y a pesar de su evidente salud, la mujer murió. Al acudir a su domicilio la policía hizo el registro del fallecimiento y dejó asentado en el reporte la ausencia definitiva de violencia.

Antes de la visita al dentista, la paciente había tomado una tableta de penicilina. En su historia clínica había un soplo cardiaco, y aunque no tenemos la información precisa de su padecimiento sí sabemos que algunas enfermedades infecciosas pueden comprometer al corazón. En algunos casos, el tratamiento a la afección incluye el uso continuo de antibiótico en dosis bajas para prevenir la recurrencia de bacterias estreptococos que pueden llegar a producir infecciones severas con consecuencias indeseables para el sistema cardiaco.

Durante la extracción, el dentista había usado novocaína. Ésta es un derivado de la cocaína comúnmente empleado como anestésico. También se le conoce como procaína y se debe administrar con cuidado en personas con padecimientos del corazón. El fármaco bloquea la conducción nerviosa que previene que los impulsos nerviosos se produzcan y se propaguen. La novocaína se produce como cristales blancos e inodoros que se disuelven en el agua y en el alcohol. Tiene un sabor amargo y adormece la lengua al ponerse en contacto. Se descubrió en 1899 y comenzó a usarse médicamente con el inicio del siglo XX. Ha sido un medicamento de uso rutinario por sus propiedades no tóxicas. Las propiedades inofensivas del fármaco y su uso cotidiano por tanto tiempo hacen que en la actualidad haya gente que considera la posibilidad de usarlo en terapia antienvejecimiento.

Después de la extracción, el dentista recomendó a su paciente un medicamento posoperativo para el dolor llamado Zomepirac, que podría tomar si el dolor llegara a ser intenso. La investigación del caso establece que el

medicamento fue adquirido en la farmacia, pero no es posible saber si llegó a tomarlo porque no hay información confiable del número de tabletas en el frasco.

El Zomepirac es un fármaco antipirético y analgésico que en dosis altas es también antiinflamatorio. Fue desarrollado por la compañía norteamericana McNeil Pharmaceutical y aprobado por la Food and Drug Administration de Estados Unidos en 1980. Se vendió como sal de sodio o como Zomepirac Sodio bajo el nombre de Zomax y fue considerado, en su momento, más efectivo que la aspirina.

La revista especializada *Journal of Analytical Toxicology* reportó en 1983 un caso de suicidio con Zomepirac.[1] Una mujer de 38 años de edad ingirió, presumiblemente de manera deliberada, una cantidad excesiva de Zomepirac. Poco después fue admitida al hospital en estado de coma. Al ingresar, su corazón apenas se escuchaba y el monitor cardiaco mostraba una taquicardia sinusal. La auscultación reveló presión sanguínea imperceptible, pupilas dilatadas y fijas y un electrocardiograma anormal. La paciente permaneció en coma por varias horas antes de morir. Siete horas más tarde se llevó a cabo la autopsia. En el informe final se estableció que la mujer caucásica, con la apariencia adecuada a la edad de 38 años, presentaba una moderada atrofia de las extremidades inferiores relacionada con un daño de muchos años en el cordón espinal. El análisis interno mostró órganos congestionados y una cirugía abdominal del pasado. La concentración de Zomepirac en la sangre obtenida en el análisis *antemortem* era de 286 miligramos por litro que descendió a 152 miligramos por litro en el análisis *postmortem*. Se concluyó suicidio por sobredosis de Zomepirac.

> El doctor Michael Kramer, epidemiólogo en McGill, analizó el caso con la información disponible y concluyó que si la paciente tomó Zomepirac entonces se tiene 95% de probabilidad de que éste fue la causa de muerte. Sin embargo, no sabemos si lo tomó. Por fortuna hay información adicional: un estudio con pacientes que han tenido operaciones similares a la mujer fallecida muestra que 65% tiene suficiente dolor después de la operación como para tomar analgésicos.

¿Cuál es, pues, la probabilidad de que Zomepirac sea la causa de muerte de esta mujer? La respuesta intuitiva es que esta probabilidad viene dada por el producto de las probabilidades:

Probabilidad (haya tomado Zomepirac) × Probabilidad (morir al tomar Zomepirac) = 0.65 × 0.95 = 0.61.

Sin embargo, esta manera de estimar la probabilidad de que la mujer haya muerto por la ingestión de Zomepirac no es la mejor. La razón es que en este cálculo sencillo se ignora una información relevante: la mujer murió. Por la certeza absoluta que contiene saber que la mujer murió es algo que podemos usar para actualizar nuestro juicio previo sobre la posibilidad de que ella tomara el analgésico homicida. Considere un grupo de mil pacientes, 600 de los cuales toman el analgésico Zomepirac. Un numero X de ellos muere. De los 400 que no tomaron Zomepirac, ¿cuántos morirán? Del grupo de 600 sabemos que 0.95X mueren por la droga y que 0.05X mueren por otras causas. La gente que muere por otras causas muere con igual probabilidad si toma la droga que si no la toma. Esto puede ser un accidente automovilístico que no depende de si tomó o no tomó el fármaco. De esta manera, la estimación del número de muertes en el grupo de 400 que no tomaron Zomepirac es:

$$400\left(\frac{0.05X}{600}\right)$$

Aquí, $\left(\frac{0.05X}{600}\right)$ es el número de personas que mueren por otras causas en 600.

Entonces el número de muertes debidas a Zomepirac es:

$\frac{0.95X}{X+\frac{400}{600}(0.05X)}$ que es igual a: $\frac{0.95X}{X\left(1+\frac{2}{3}(0.05)\right)}=\frac{0.95}{X\left(1+\frac{2}{3}(0.05)\right)}=\frac{0.95}{(1.03)}$ =0.92

La mujer murió de Zomepirac con 92% de probabilidad.

El 6 de marzo de 1983, la Dirección General de Farmacia del Ministerio de Salud y Consumo de España ordenó la inmovilización cautelar del analgésico.[2] En su nota informativa decía estar al tanto de que el día anterior, la administración sanitaria de Estados Unidos había tomado medidas precautorias con el Zomepirac por ser un medicamento eventualmente causante de choques anafilácticos que pueden causar la muerte. Las autoridades norteamericanas informaron que al menos cinco personas fallecieron a causa de reacciones alérgicas causadas por el fármaco. El analgésico Zomax había comenzado a comercializarse en España en 1982, es decir, dos años después de que comenzara a circular en Estados Unidos, donde se estimaba el consumo en una población de 15 millones de personas. Según el fabricante, las reacciones alérgicas al producto sólo se detectaron en una de cada 15 mil personas. Esto significaría que aproximadamente 15 mil personas estarían en peligro de muerte en ese país. Zomepirac fue retirado de Inglaterra, Alemania, España y Estados Unidos en 1983.[3]

[1] *Journal of Analytical Toxicology*, vol. 7 (septiembre-octubre 1983): http://jat.oxfordjournals.org/content/7/5/223.full.pdf.

[2] http://elpais.com/diario/1983/03/07/sociedad/415839603_850215.html.

[3] http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_withdrawn_drugs.

LA PARADOJA DE SIMPSON

LOS FUMADORES VIVEN MÁS TIEMPO

> El 20% de las personas muere a causa del tabaco. Por lo tanto, 80% de las personas muere por no fumar. Así que queda demostrado que no fumar es peor que fumar.

Todos conocemos este aforismo y para sorpresa del lector mostraremos que su elocuencia puede ser superada.

En 1972 se publicó un estudio estadístico de la incidencia de tiroidismo y males cardiacos en un condado de Durham, Inglaterra, así como sus efectos en la esperanza de vida.[1] Veintitrés años más tarde, en 1995, se hizo un seguimiento del estudio.[2] Los resultados fueron analizados en 1996 y dirigidos a los efectos que puede tener el fumar, con muy interesantes resultados.[3]

Por simplicidad, el estudio presentado se limitó a ver el efecto del cigarro en mujeres. Se estudió un grupo de 1 314 que fue dividido en dos muestras: las que fumaron en algún momento de su vida y las que hasta ese momento no habían fumado.

Cuando se hizo un levantamiento de la situación años más tarde se encontró que 139 de 582 en el grupo de las fumadoras habían muerto. Aún vivían 443, es decir 76%. En cambio, del grupo de 732 no fumadoras habían muerto 230, de tal manera que 502, es decir 68% aún vivían.

Estos resultados demuestran que existe un efecto positivo del fumar, ya que sólo 24% de las fumadoras murió durante los 20 años del estudio, mientras que 31% de las no fumadoras falleció en el mismo lapso.

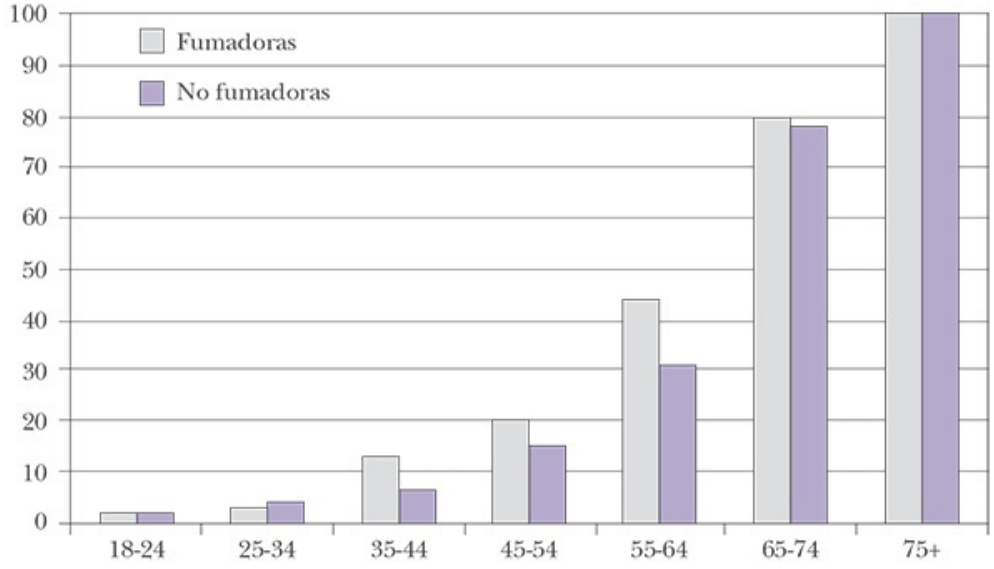
Lo que ocurre en este caso es que existe una variable oculta que está fuertemente relacionada con la sobrevivencia y al hábito de fumar de las personas. Esta variable queda develada en la tabla donde se puede apreciar que la muestra tomada desde el inicio es desigual en fajas de edad. La edad introduce un efecto importante que deberá ser tomado en cuenta para el análisis de los

datos.

	Grupo de edad													
	18-24 años		25-34 años		35-44 años		45-54 años		55-64 años		65-74 años		75 o más años	
	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF	F	NF
Muerta	2	1	3	5	14	7	27	12	51	40	29	101	13	64
Viva	53	61	121	152	95	114	103	66	64	81	7	28	0	0

Distribución de edades para fumadoras (F) y no fumadoras (NF)

Con la información de la tabla, tenemos ahora la razón de mortalidad por faja de edad para fumadoras y no fumadoras. Así, por ejemplo, para las mujeres entre los 45 y los 54 años de edad, tenemos que 27 fumadoras de 130 mujeres (es decir de 103 vivas + 27 muertas) han muerto, lo que representa 20.8%; mientras que en esa misma faja de edad tenemos que 12 no fumadoras de 78 mujeres (es decir 66 vivas + 12 muertas) han muerto. Esto representa 15.4%. En la figura mostramos esta información para todas las fajas de edad.



Tasas de mortalidad por grupos de edad.

Una vez graficada la información se puede ver con claridad que en todos los grupos de edad las fumadoras tienen una mayor tasa de mortalidad que las no fumadoras.

Si agrupamos los tres primeros grupos para formar uno de las más jóvenes entre los 18 y los 44 años, vemos que después de 20 años aún viven 93% de las fumadoras y 96% de las no fumadoras. En un grupo medio que va de los 45 a los 64 años encontramos vivas a 74% de las no fumadoras y sólo a 68% de las fumadoras. En el grupo de las mujeres con más de 64 años de edad encontramos aún con vida a 14.3% de las fumadoras y 14.5% de las no fumadoras.

¿Qué sucedió? Aun agrupando tenemos el comportamiento que los médicos pronosticarían y, no obstante, al tomar la muestra total tenemos el resultado contrario al que obtuvimos al principio cuando no consideramos la edad en el análisis.

El problema radica en la comparación de mujeres mayores que no fuman con jóvenes que sí lo hacen, cuando todos sabemos que las jóvenes vivirán más años que las mujeres mayores. No podemos, pues, ignorar la edad en el análisis de los datos.

Éste es un caso típico de lo que se conoce como Paradoja de Simpson. El fenómeno consiste en que la tendencia estadística presente en varios grupos se puede invertir cuando éstos se combinan.

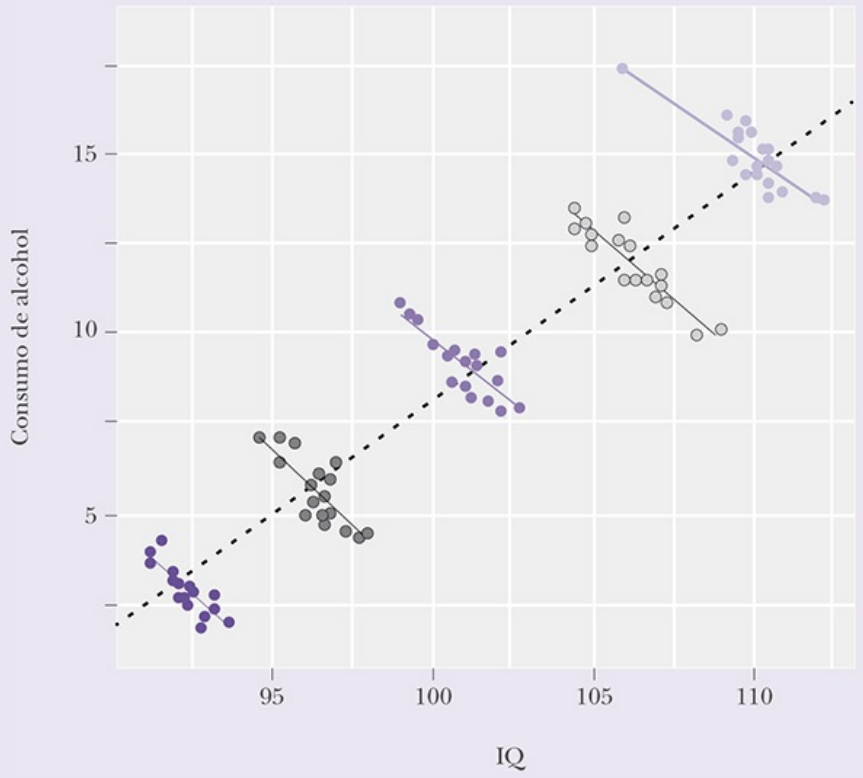
En el caso de fumadoras y no fumadoras, la distribución de edades es muy diferente. El grupo de mujeres analizadas que no son fumadoras es de mayor edad que el grupo de las fumadoras.

Paradoja de Simpson

Edward Simpson dio a conocer el fenómeno en un artículo técnico de 1951. Hoy se conoce con su nombre el hecho contra intuitivo que aparece cuando dos muestras estadísticas manifiestan una misma tendencia que desaparece o se invierte cuando los grupos se combinan para formar una sola muestra.

Una manera sencilla de ver el fenómeno es con el gráfico de datos simulados en que se han colocado puntos de diferente color para diferentes personas; en el eje horizontal mostramos el coeficiente

intelectual —popularmente conocido como IQ—, que las personas van obteniendo a medida que se incrementa el consumo de alcohol. En la vertical queda registrada la cantidad de alcohol ingerida a medida que la prueba avanza.



Cada color representa los resultados de una persona.

Como es de esperar, el IQ disminuye cuando el consumo de alcohol aumenta en la prueba; en otras palabras, el IQ es más alto cuando el consumo de alcohol es menor. Sin embargo, al combinar los resultados de todas las personas uno obtiene el resultado contrario: cuanto más alcohol, mejor desempeño intelectual. A pesar de una correlación positiva a nivel del grupo completo, existe una correlación negativa al nivel de cada individuo.

Discriminación por género en la Universidad de Berkeley

En 1973, la Universidad de Berkeley en Estados Unidos fue demandada por discriminación de género. Cuando se publicaron los resultados de admisión para el semestre de otoño de aquel año se pudo ver con claridad, y fuera de todo margen de error, que los hombres que aspiraban a ingresar tenían una mayor probabilidad de ser admitidos que las mujeres.[4]

Las solicitudes para ese ciclo escolar fueron 12 mil 763, de las cuales 8 mil 442 eran de hombres y 4 mil 321 de mujeres. De estos solicitantes 45% de los hombres fueron admitidos, mientras que sólo 34% de las mujeres lograron ingresar. A primera vista, se trata de una muestra evidente de discriminación por género.

En la figura mostramos los datos en una gráfica de barras. A la izquierda se muestra 45% de hombres aceptados y sólo 34% de las mujeres.

Sin embargo, la realidad no es como parece. Aquí, como en la historia anterior, hay una variable escondida. Cuando uno separa los datos de la muestra en grupos de solicitantes que aplican a diferentes facultades universitarias emerge una realidad distinta.

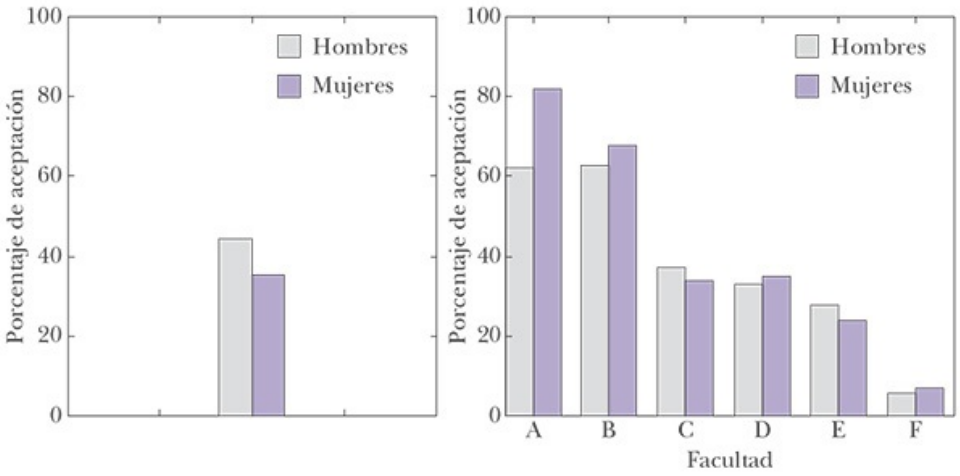
En el gráfico de la derecha se muestra la información desagregada. Una nueva variable ha entrado en el análisis. La facultad al que los aspirantes solicitaron entrar.

Los datos son los mismos, sólo han sido separados para ver en dónde es que los estudiantes solicitaron entrar. Hemos llamado A, B, C, etcétera a las facultades porque la identidad real de los departamentos es irrelevante para la exposición del caso. En la tabla correspondiente se muestra los números graficados.

La misma muestra de datos desagregada nos dice que en cuatro de seis facultades las mujeres son más frecuentemente aceptadas que los hombres. En dos facultades donde esto no ocurre, *i.e.* facultades C y E, la diferencia entre aceptación de hombres y mujeres es mínima de manera tal que la distribución de los datos refuta la conclusión de un sesgo en contra de las mujeres.

¿Por qué ocurre esto?

	Hombres			*Mujeres*		
Facultad	*Solicitantes*	*Aceptados*	*Aceptados %*	*Solicitantes*	*Aceptados*	*Aceptados %*
A	825	512	62	108	89	82
B	560	353	63	25	17	68
C	325	120	37	593	202	34
D	417	138	33	375	202	54
E	191	53	28	393	94	24
F	373	22	6	341	24	7
SUMA	2 691	1 198	45	1 835	628	34



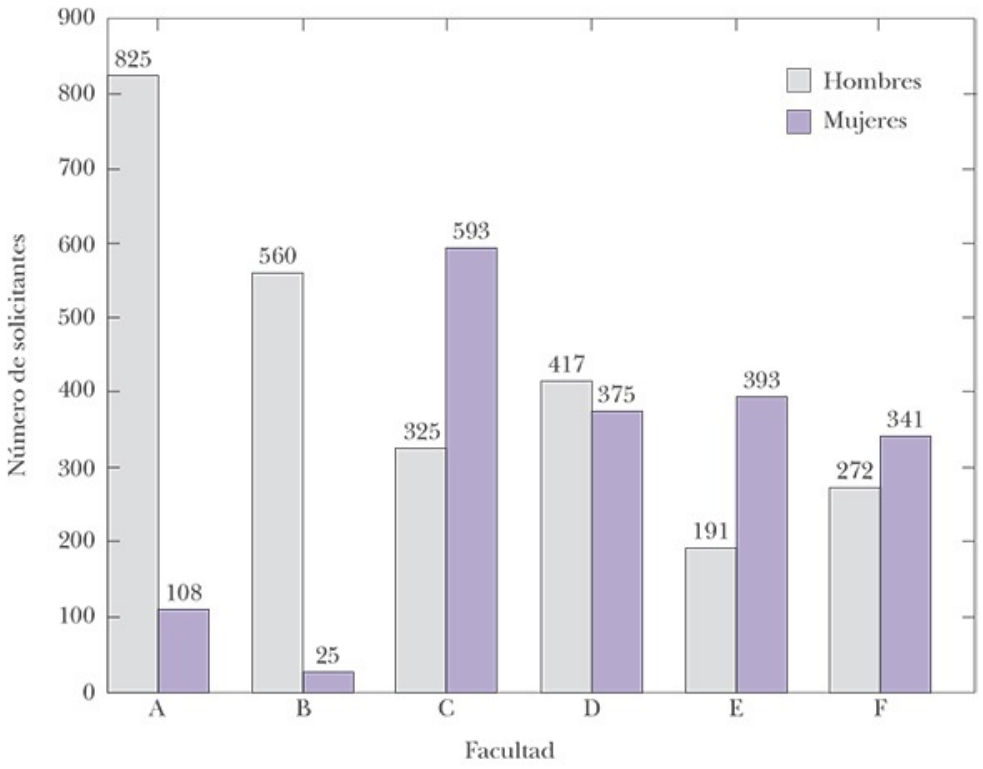
Aceptación de hombre y mujeres en total (izquierda) y la misma muestra desagregada en facultades (derecha).

El fenómeno se da por la diferencia en el número de solicitantes en cada facultad, así como por la diferencia en la cuota de aceptación de las mismas.

Los hombres se hacen la vida más fácil y van a las facultades A y B, donde las cuotas de aceptación son mayores. Un total de 1 385 (825+560), es decir 51% de todos los hombres han intentado la manera más sencilla de ingresar a la universidad.

En la figura se muestran las preferencias de ambos sexos por las facultades de la Universidad de Berkeley.

La contraparte femenina sólo se interesó en 7%, es decir 133 de ellas, por las facultades de fácil ingreso. En cambio, las facultades E y F, donde las cuotas de ingreso son menores recibieron a 40% de las mujeres aspirantes, *i.e.* 734 de ellas y 21% de los hombres (564). Por esto es que, si uno no considera el grado de dificultad para ingresar, parecería que los hombres son mejor recibidos. Al tomar en cuenta el grado de dificultad resulta que las mujeres no están en desventaja: sólo se hicieron la vida más difícil al aspirar a las facultades más competitivas.



Distribución de solicitantes por facultad.

DONALD TRUMP Y LA INMIGRACIÓN CRIMINAL

En su campaña presidencial, el empresario y entonces candidato republicano a la presidencia de Estados Unidos de América, Donald Trump, hizo declaraciones controversiales contra la inmigración. Ahora como presidente, las declaraciones vienen seguidas de la firma de decretos que se oponen a la inmigración proveniente de países a los que considera fuentes de criminalidad.

La firma del decreto mediante el cual se prohíbe viajar a Estados Unidos a ciudadanos de Irak, Irán, Libia, Siria, Somalia, Sudan y Yemen no es la única de las medidas. Se ha ordenado construir un muro en la frontera sur y se plantea la posibilidad de las deportaciones masivas de mexicanos.

La declaración que inició la debacle con México fue: “cuando México envía a su gente, no envía a los mejores […] envía a la gente que tiene muchos problemas, y nos trae esos problemas. Traen drogas y crimen. Ellos son violadores. Y algunos, supongo, son buenas personas”.

No conocemos los datos reales de la criminalidad y su relación con la comunidad mexicana en Estados Unidos, pero sí hemos visto notas periodísticas aquí y allá con datos que parecen demostrar que tal relación es estrecha. Veamos aquí un ejemplo ficticio pero muy común en la formación de percepciones falsas. Los datos que veremos ahora son una muestra típica de datos engañosos con consecuencias devastadoras.

La Paradoja de Simpson seguramente ha influenciado la mentalidad del candidato republicano Donald Trump en más de una ocasión. Aunque no contamos con datos precisos, sí es muy común encontrar en la prensa notas como la que mostramos ahora:

> En Abilene EU, es muy claro que los mexicanos son más propensos al crimen que los norteamericanos de origen europeo. Abilene es una ciudad con 120 mil habitantes, de los cuales 20 mil son de origen mexicano. Según las estadísticas de la oficina de policía, en 2003 se perpetraron 280 delitos. De éstos, 100 fueron cometidos por mexicanos y 180 por americanos de origen europeo. De esta manera se tienen 5 delitos por cada 1 000 habitantes de origen mexicano y sólo 1.8 por cada 1 000 americanos de origen europeo. Los mexicanos cometen pues más del doble de delitos que los americanos de origen europeo.[5]

Para entender mejor los números enunciados en esta nota típica preparamos una tabla en la que se reparten los 120 mil habitantes y el número de delitos. Con estos números no es de extrañar que muchos norteamericanos con inclinación por los análisis superficiales adviertan la amenaza que las comunidades de inmigrantes les representan. No por nada Donald Trump expresa su incomodidad con los mexicanos en Estados Unidos.

	Habitantes	*Delitos por año*	*Por mil habitantes*
de origen mexicano	20 000	100	5
de origen europeo	100 000	180	1.8

Estadística criminal en Abilene.

Sin embargo, podemos analizar esta información en más detalle. Veamos por ejemplo la distribución geográfica de estos números. Abilene, como cualquier otra ciudad, está divido en condados y es común que los condados tengan un mayor o menor grado de calidad en la vida de sus habitantes. Las ciudades tienen siempre sectores que agrupan a una parte de la población con mejor o peor condición económica. En Abilene, el condado Callahan se clasifica como el más pudiente mientras que el condado Taylor cuenta con más mexicanos y menos servicios.

Taylor es un condado con condiciones menos atractivas para los americanos de origen europeo. Lo contrario ocurre en Callahan que es también más costoso. Los mexicanos no van a vivir a Callahan porque las rentas son caras y los terrenos inaccesibles. Ahí es todo muy tranquilo, la policía circula con frecuencia, las calles están bien iluminadas y sólo se produce un delito por cada mil habitantes.

La tabla muestra la distribución estadística de criminalidad en los condados de Abilene.

Condado Taylor			
	Habitantes	*Delitos por año*	*Por 1 000 habitantes*
De origen mexicano	10 000	90	9
De origen europeo	10 000	90	9
Condado Callahan			

	Habitantes	*Delitos por año*	*Por 1 000 habitantes*
De origen mexicano	10 000	10	1
De origen europeo	90 000	90	1

Estadística criminal en Abilene por región geográfica.

Ahora vemos en esta tabla la población de 120 mil habitantes divididos geográficamente. También vemos la criminalidad en la segunda columna que viene ahora dada por condado. La suma será igual a 280 delitos que es el reportado en la nota periodística de arriba pero aquí podemos ver que en Taylor hay 90 delitos de origen mexicano mientras que en Callahan hay sólo 10 debidos a los inmigrantes. En cambio, tenemos 90 delitos de miembros de la comunidad europea en Taylor y otros 90 de la misma comunidad en el condado de Callahan. Esto nos dice que en Taylor se dan nueve delitos por cada mil habitantes de cada una de las dos comunidades mientras que en Callahan ocurren sólo uno por cada mil también de ambos sectores poblacionales.

Puede parecer curioso pero ahora la estrecha correlación entre extranjeros —*i.e.* inmigrantes mexicanos— y delitos ¡ha desaparecido! En el condado de Taylor se dan nueve delitos por cada mil habitantes en ambos grupos: inmigrantes mexicanos y americanos de origen europeo. En el condado de Callahan los delitos por cada mil habitantes es menor, a saber, sólo uno, sin embargo, también es igual entre extranjeros de origen mexicano y americanos de origen europeo.

En el análisis superficial comparamos las estadísticas de un grupo de la población que es económicamente fuerte con un grupo económicamente en desventaja. En esa mirada rápida hemos comparado peras con manzanas.

Es necesario buscar la variable escondida que en este caso se trata de la distribución geográfica que está íntimamente relacionada con los ingresos económicos de los grupos sociales. Una vez tomada en cuenta la distribución de la criminalidad en esta variable oculta, la aparente tendencia de los mexicanos a cometer delitos desaparece.

El ambiente en que se vive, las facilidades de transporte, acceso a centros culturales, parques y centros recreativos, etcétera, a menudo influye en los indicadores de todo tipo.

Una explicación adicional para que una parte de la ciudad presente peores

índices delictivos es que los que tienen menores ingresos son más fácilmente consignados. Los pobres no sólo son perseguidos con mayor asiduidad, además cuentan con menos recursos para su defensa.

Esto que vemos en la criminalidad global primero y luego como función de la geografía en sectores pobres y ricos de la población es lo que se conoce como Paradoja de Simpson. Lo que ocurre es que la variable relevante, que en este caso es nivel económico de los grupos en cuestión, está oculta en los números totales. La verdadera causa de la criminalidad aparece cuando segregamos los datos.

[1] W. M. G. Tunbridge, D. C. Evered, R. Hall, D. Appleton, M. Brewis, F. Clark, J. Grimley Evans, E. Young, T. Bird, and P. A. Smith, “The specrum of thyroid disease in a community: the Whickham survey”, en *Clinical Endocrinology*, vol. 7 (1977).

[2] M. P. J. Vaderpump, W. M. G. Tunbridge, French J. M., D. Appleton, D. Bates, F. Clark, J. Grimley, D. Hasan, D. M. Rodgers, F. Tunbridge, E. Young, “The incidence of thyroid disorders in the community: a twenty year follow-up of the Whickham survey”, en *Clinical Endocrinology*, vol. 43 (1995).

[3] Appleton, David R., French, Joyce M. and Vanderpump, Mark P. J. “Ignoring a covariate: An example of Simpson’s paradox”, en *The American Statistician*, vol. 50 (1996).

[4] P. J. Bickel, E. A. Hammel y J. W. O’Connell, “Sex Bias in Graduate Admissions: Data From Berkeley”, en *Science*, vol. 187 (1975).

[5] Hans Hermann Dubben, “Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit”, Hans-Peter Beck-Bornholdt, Ed. Rowohlt Taschenbuch Verlag, http://www2.hs-fulda.de/~grams/dnkfln.htm#_Simpson_Paradox.

MENTIRAS GRÁFICAS

Las gráficas con información estadística ayudan a mostrar los resultados de un estudio que, en términos puramente numéricos, pueden ser de difícil interpretación. La representación diagramática no sólo ayuda en la comprensión, también es crucial cuando se quiere persuadir, movilizar o atemorizar.

Propiciar el activismo y la militancia es a menudo una motivación en la manera de comunicar. Veamos algunos ejemplos muy recientes del arte gráfico de mentir. Éste no siempre implica modificar los datos, hay maneras de mentir con ayuda de la verdad. A veces se recurre a un efecto óptico, otras a la pereza del lector —sobre todo si de números se trata— y también, ¿por qué no?, a la mentira con todas las letras.

CAMBIO CLIMÁTICO

La palabra Groenlandia significa “tierra verde”. Fue bautizada con ese nombre por Erik “der Rote” Thorvaldsson en el año 982, precisamente porque en ese tiempo Groenlandia era tierra verde. Por ese tiempo se asentaron en la isla los primeros colonos europeos. De acuerdo con registros históricos, alrededor de 1410 se comenzó a enfriar tanto que las áreas pobladas desaparecieron. Actualmente, la isla está cubierta de hielo y desde 1980 el gran glacial Oeste de Groenlandia ha aumentado su espesor en más de dos metros.[1]

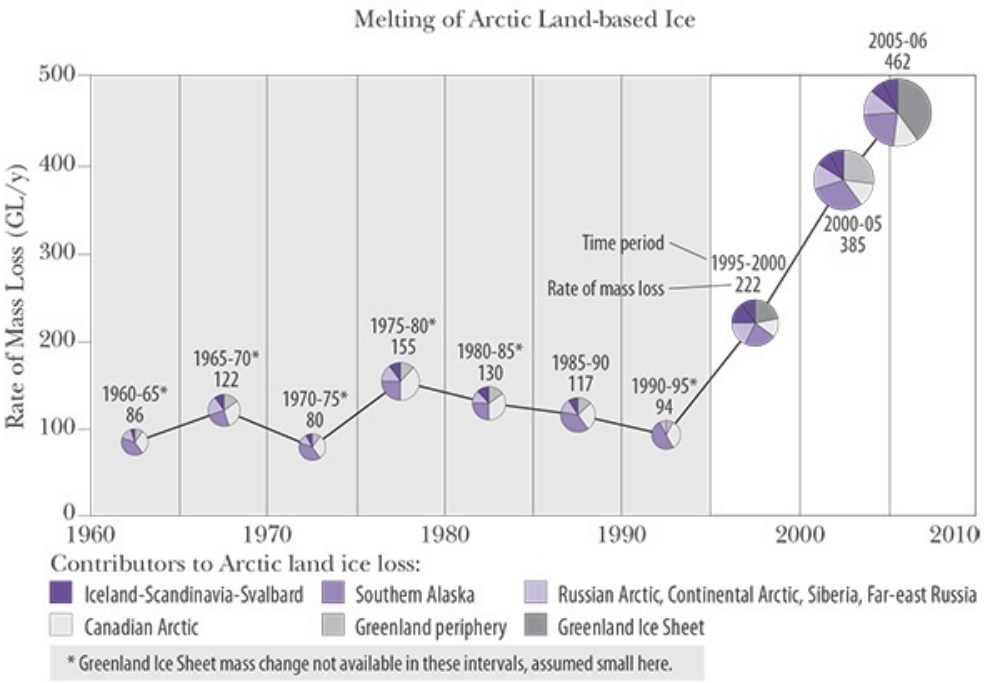
En su reporte anual la National Climate Assesstment (NCA) nos alerta sobre la considerable celeridad con que Groenlandia se deshiela actualmente.[2] El gráfico tomado del reporte es un ejemplo típico del engaño a través del uso de números crudos sin contexto de proporción. Aunque la información más útil e ilustrativa sería en términos del porcentaje que representa la pérdida de hielo en Groenlandia, eso no contaría con el dramatismo necesario para despertar conciencias. Por eso se nos muestra la pérdida de hielo en miles de millones de toneladas por año.

¿Cómo sería la gráfica en términos de proporciones? Para hacerla, tendríamos que conocer la masa total de hielo en Groenlandia y la Antártida. No sabemos con precisión el dato, pero se puede estimar de manera razonable que Groenlandia está perdiendo 0.1% de hielo por década, es decir, 0.01% al año.[3] Esto significa que en un siglo habrá perdido 1% del hielo. Para la Antártida la razón de deshielo es de 0.0045% por año lo cual significa que en 2 mil 200 años habrá perdido 1% del hielo total. Por supuesto que visto así no resulta dramático ni difícilmente moverá ni conmoverá a los donantes ecológicos para que depositen en la cuenta de los activistas del ambiente. Recurrir a cantidades gigantescas evitando las proporciones es una de las modalidades clásicas del engaño.

Un detalle interesante del gráfico es que no se dan los errores de la medición. Sin saber la precisión con que los datos son obtenidos es difícil percibir una desviación real.

No contentos con mostrar el aumento de la masa perdida de hielo se utilizan

círculos que tienen un radio mayor a medida que se alejan de la línea cero. Como veremos en el siguiente ejemplo, el recurso pictográfico que aumenta el tamaño de los objetos en la parte que queremos sea más notoria es también un recurso tradicional.



Gráfica tomada de: National Climate Assesstment, *http://nca2014.globalchange.gov/report/appendices/climate-science-supplement*.

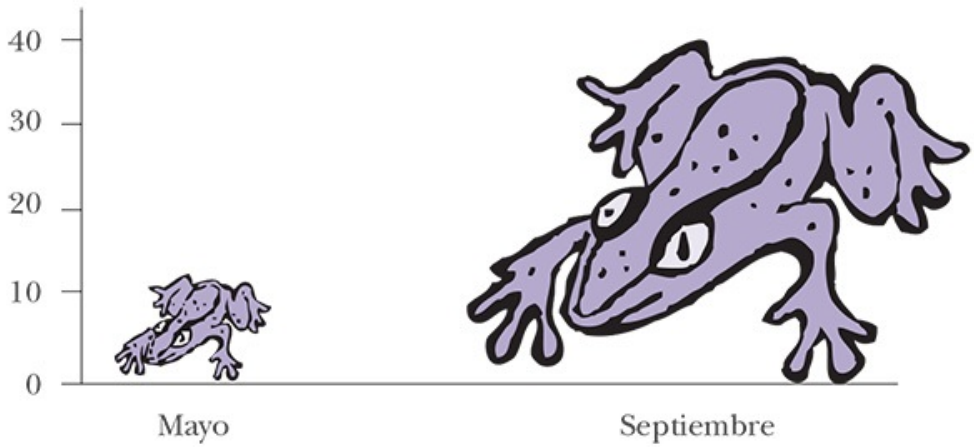
Con la siguiente descripción: El tamaño de los círculos en la figura es proporcional al promedio de cinco años en la contribución de agua fresca al océano de los deshielos con base en tierra. Los colores indican la contribución de Groenlandia (gris fuerte), glaciales de montaña en la periferia de Groenlandia (gris medio), Iceland Escandinavia Svalbard (morado), ártico canadiense (gris claro), sur de Alaska (morado medio), ártico ruso (morado claro).

MENTIR CON LA VERDAD

En el libro clásico de Darrell Huff,[4] se nos muestra un gráfico que representa la población de ranas en diferentes épocas del año. En mayo se tenían poco más de 10 ranas en un estanque y en septiembre se contaba ya con alrededor de 40. La representación gráfica no aspira a la precisión de los números, cuya lectura requiere de un esfuerzo óptico por parte del lector. ¿Qué parte de la rana debe uno proyectar al eje vertical para conocer el número de ranas?

Aquí lo notable es que una rana es cuatro veces más alta que la otra, pero el área de la misma es 16 veces mayor. La sensación que recibe el lector es pues amplificada de manera considerable con el cuadrado de la altura. El incremento parecería ser no cuatro sino 16 veces mayor.

Más aún, al ver la rana, el lector se imagina, de manera inconsciente, el volumen que escala la sensación de crecimiento con un factor de 64. Quizá también quede en la imaginación la idea de que las ranas son cada vez más grandes.

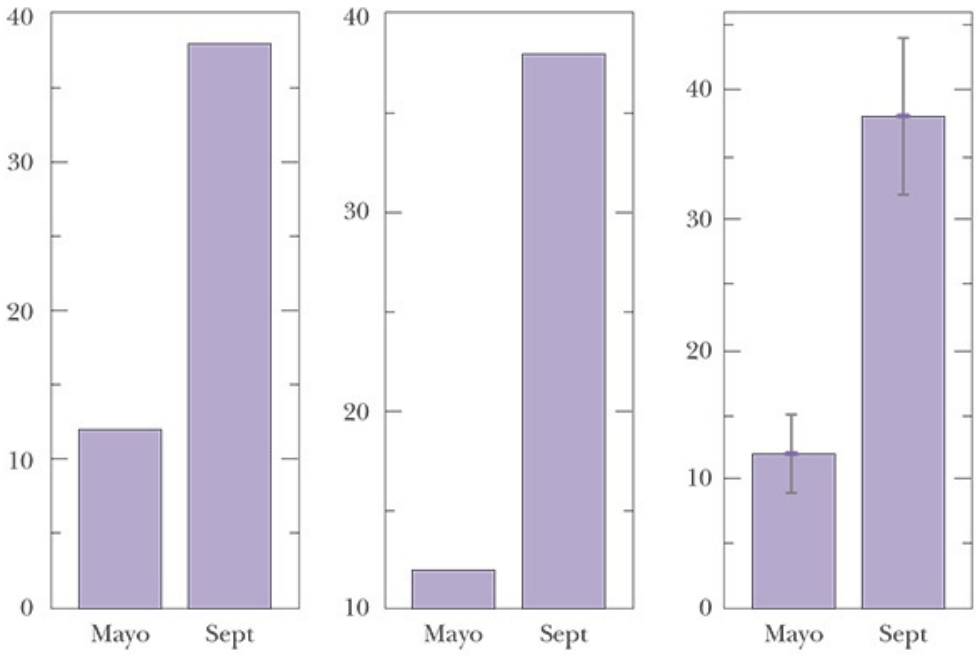


Tema del capítulo 6 del libro *How to lie with statistics* (Cómo mentir con estadísticas). La representación gráfica es tomada del sitio en la referencia.[5]

La misma información se podría representar de manera gráfica como se muestra abajo. Con un diagrama de barras podríamos prescindir de la

pictografía, pero aun esta manera clásica de representar en barras los resultados ofrece la posibilidad de truncar la escala para dramatizar el crecimiento en el número de ranas del estanque.

La medición del número de ranas se puede hacer de muchas maneras, y muy probablemente esta medición trae consigo un error. Así, por ejemplo, se pudo haber tomado una muestra del estanque para cuantificar en esa muestra escalando al tamaño del estanque. Esta manera de estimar la población tiene un error en que muchos otros factores intervienen: ¿quizá llovió la semana en que se realizó la medición? ¿Al escalar quizá se tomó en cuenta el área del estanque que es diferente en septiembre que en mayo? La determinación del área del estanque implica también un error, etcétera.



El crecimiento de ranas en el estanque se puede representar de manera más creíble en el gráfico de la izquierda, pero se puede distorsionar de nuevo cortando la escala por abajo. A la derecha la representación más honesta mostraría los errores de la medición.

Colocar el error en la representación gráfica es crucial porque le dice al lector cuál es el grado de certidumbre y cómo se comparará éste con el efecto que se quiere visualizar. Una barra de errores que es grande y que barre valores mayores o iguales a la diferencia le darán la información de que quizá no

sabemos si hay un efecto amenazante en el número de ranas del estanque. En estas circunstancias una segunda medición probablemente arrojaría un valor que se puede ubicar en valores numéricos que se encuentran dentro de esta barra de error.

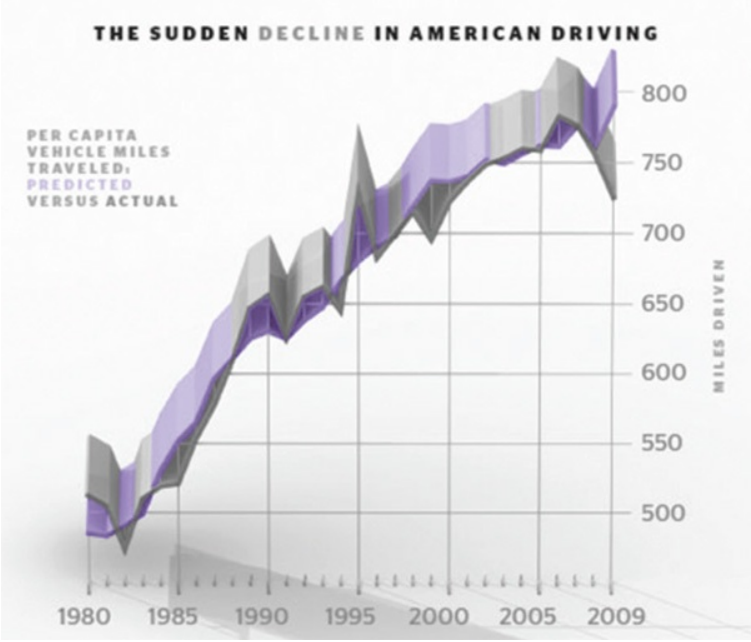
EL FIN DE LA CULTURA DEL CARRO

“El fin de la cultura del carro”, es el encabezado de un artículo de la revista *Esquire*.[6] Todo parece indicar que los norteamericanos están usando sus carros cada día menos. “Podría no ser el precio de la gasolina ni la mala economía sino el hecho de que los norteamericanos están cambiando.”

Una observación de tal relevancia debe ser acompañada de un gráfico que demuestre la contundencia de la aseveración.

En la gráfica se muestran los valores medidos y las predicciones desde 1980. Los intervalos son de cinco años excepto para el último periodo que abarca sólo cuatro. La predicción a un año, por alguna razón, se mueve hacia arriba y nos recuerda así las previsiones del cambio climático, que de manera similar, nos alerta de una tragedia. “Éste es, con certeza, uno de los signos del apocalipsis: los americanos no están conduciendo sus autos tanto como acostumbraban”.

De acuerdo con las estadísticas de la Federal Highway Administration, los norteamericanos pasan tanto tiempo en sus vehículos automotor que recorren en promedio 727 millas por año per cápita considerando, hombres, mujeres y niños en todo el país. Este número está representado por el vértice gris más bajo en la gráfica: el mes número 15 en consecutiva caída del promedio de millas conducidas por cada norteamericano.



Millas de viaje per cápita: predicción en morado y valor real en gris.[7]

La predicción en morado agiganta el efecto. El autor nos explica que ha modelado cuidadosamente el comportamiento de los americanos y que, a pesar del aumento en los precios de la gasolina, el mal desempeño de la economía y las variaciones naturales de la estación, su modelo predice un aumento que no se ve en los datos medidos. Es entonces el momento de atribuir la caída a un cambio cultural en los norteamericanos que, un año antes de la publicación de este artículo, decidieron no conducir sus autos tanto como lo venían haciendo. La desviación del modelo es verdaderamente dramática. Se esperaba que en promedio hubieran conducido poco menos de 800 millas per cápita en 2009. Hay que notar que el otro extremo de la banda amarilla indica valores muy por encima de las 800 millas y que de esa manera la percepción pasa de ser una observación curiosa, a un verdadero llamado de alerta para la industria automotriz, para la economía mundial y para la existencia misma del género humano. El uso de la banda no implica que el valor señalado por la parte superior de ésta tenga algún significado real, se trata sólo de evitar una línea aburrida presentando al lector un llamativo listón.

Notamos que los extremos de las bandas —que se utilizan aquí en lugar de líneas delgadas— nos indican 727 por abajo y casi 850 millas por arriba. La banda amplía así la diferencia en el punto final. Aunque la caída con respecto al

año anterior es de 4% y el autor nos dice que es de 8% con respecto a su modelo, la diferencia que se lleva el lector, al mirar el gráfico es de 15% porque es a donde apunta el vértice amarillo superior y, sobre todo, porque seguramente el modelo del autor es infalible.

Si uno observa los valores históricos se percatará de que en 1980 la curva cayó por dos años consecutivos, es decir 24 meses. Ahora se trataba de una caída de 15 meses de manera continua. Aunque la caída, o por lo menos estabilización en valores más bajos en la curva, se ha venido observando para los años transcurridos desde 2009, en el momento de la publicación del artículo y su gráfico era necesario alertar, sin poner atención al comportamiento de la curva en el pasado.

Las bandas tridimensionales como ésta son muy útiles para agrandar el efecto final al dejar un vértice más arriba del que representa el resultado real.

Futbol en Alemania

El periódico más popular de Alemania es el tabloide *Bild* que se publica de lunes a sábado. Los domingos sale al público: *Bild am Sonntag* (*Bild en domingo*) con un estilo ligeramente diferente y otros editores. *Bild* es con mucho el periódico más leído en Alemania y es uno de los periódicos de mayor circulación en el mundo con la impresión de aproximadamente 2.5 millones de ejemplares diarios. En la década de los años noventa imprimía más de cuatro millones, pero sus números han disminuido con el tiempo.

Bild recurre a un lenguaje que excita las emociones, invita a la acción, provoca reacciones con una retórica intensa y opiniones controversiales. En pocas palabras, es un periódico sensacionalista de línea política derechista y popular. Con mucha frecuencia mostraba desnudos en la portada, pero en 2012 decidió hacerlo sólo en las páginas interiores. Es un periódico conservador y nacionalista.

Después de la caída del muro, *Bild* neutralizó su política editorial. La versión dominguera es ahora menos extrema y ha llegado a apoyar a políticos socialdemócratas.

Cuando Joseph Cardinal Ratzinger fue electo papa, el periódico *Bild* publicó en su primera plana: “Somos papa”.

A pesar de ser un periódico de derecha, en 2015 comenzó una campaña contra el Movimiento Patriótico Europeo contra la Islamización de Occidente.

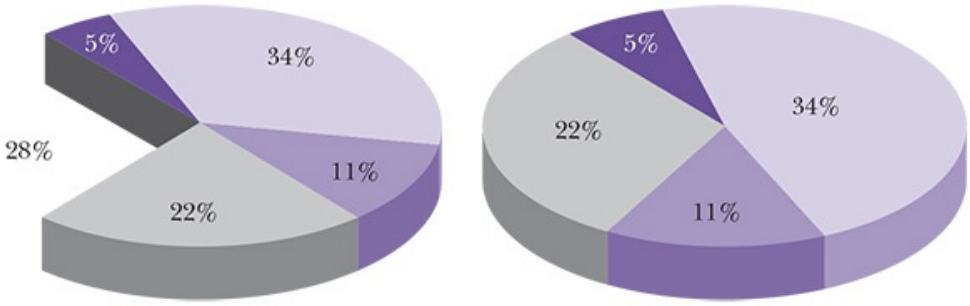
Bild no necesita presentación en Alemania. Ha dado material para más de una conversación en sus más de 60 años de vida.

Uno de los grandes momentos de *Bild* fue el domingo en que publicó los resultados de una encuesta como parte de lo que acabaría siendo una cruzada contra Jürgen Klinsmann, entonces entrenador de la selección alemana para el mundial de 2006. El encabezado decía: “La encuesta del domingo hacia el Mundial de Futbol. Sólo 5% está muy satisfechos con Klinsmann”.[8]

La encuesta de *Bild en domingo*. En el diagrama pastel el color morado representa a los encuestados que respondieron estar "muy satisfechos". En morado claro se ubican los "satisfechos", con gris los "menos satisfechos" y en morado medio los "definitivamente no satisfechos", con respecto a la labor de Klinsmann al frente de la selección nacional alemana de futbol en vísperas de la Copa del Mundo 2006.[9]

Los resultados del estudio se mostraban en el clásico gráfico pastel. El detalle que pocos vieron en el diagrama es que no suma 100% sino 72%. Con esta pequeña deformación, se logra que 22% (color gris) que representa a los menos satisfechos haga uso de 31% del área del pastel. El 11% de los que definitivamente no está satisfechos con el desempeño del entrenador (representados con el morado medio) ocupa 15% del área de la tarta. Es cierto que el área de los satisfechos ha aumentado también, pero el mensaje del artículo pone la atención del lector en la gran porción que tienen los que no quieren al entrenador.

El comparativo real de las gráficas, cuando las partes no suman 100% y cuando sí lo hacen, se puede apreciar arriba. La proporción óptica de los que desaprueban el desempeño de Klinsmann es claramente mayor a la derecha que a la izquierda. La entrada en el gráfico de 28% que no se expresó ni a favor ni en contra va en demérito de la porción que el diario quería destacar.



Gráficos extraídos de la presentación en la Universidad de Zürich del doctor Jürg Schwarz (diciembre de 2013), titulada: “Cómo miente uno con estadística”.[10]

Jürgen Klinsmann llevó a la selección alemana al tercer puesto en la Copa del Mundo 2006 y *Bild* celebró sus 60 años de vida en el año 2012.

TURISMO GAY

El periódico mexicano *El Financiero* decía en su publicación del 27 de octubre de 2014 que el turismo gay en México "está desaprovechado a pesar de que es un mercado que genera 166% más ingresos que el tradicional".[11]

¿Cómo puede una fracción pequeña del turismo generar 166% más de ingresos que el tradicional?

La articulista nos explica que este sector capitalizó 4 mil 663 millones de dólares de derrama económica en 2013 de los 14 mil millones que captó México por turismo (según la International Gay & Lesbian Travel Association, perteneciente a la Organización Mundial del Turismo). Con la explicación del segundo párrafo del artículo, uno se percata del hecho irrefutable: 4 mil 663 millones de dólares no es 166% de 14 mil millones.

Lo que probablemente se quiso decir en el primer párrafo es que "por viaje" y "en promedio", el turismo gay genera más ingresos, aunque en números totales representa, por supuesto, una fracción del total.

La nota está orientada a enfatizar el importante papel que puede jugar el turismo de un sector que ha sido descuidado. Para esto, la redacción busca impresionar al lector recurriendo a una falsedad, pues el turismo gay no genera 166% más ingresos que el turismo tradicional, aunque proporcionalmente sí lo haga. Lo que resulta curioso y desconcertante de la nota es que luego nos explica: "la Secretaría de Turismo del DF estima que a diferencia de los 600 dólares por viaje que deja un turista heterosexual en el DF, el que pertenece a la comunidad LGBT tiene un gasto de mil 600 dólares, casi equiparable a lo que deja un turista de congresos y convenciones". Si así es, entonces el turismo LGBT no deja 166% sino 266% más por viaje. Desventurado error que de no haberse cometido hubiera proporcionado un encabezado más impresionante.

En todo caso, el mensaje es que México no cuenta con una infraestructura ni con políticas que permitan "realizar una promoción turística de los destinos nacionales hacia la comunidad lésbico, gay, bisexual y transexual (LGBT)".

Para transmitir el mensaje es necesario acentuar algunos datos y así se hace con el uso de un pictograma.

El artículo viene acompañado de un gráfico muy convincente. El gasto promedio por persona de turistas LGBT es mayor incluso que el de turistas de negocios, que en promedio gasta 1 500 dólares por viaje y es marcadamente mayor que el de turistas tradicionales, que sólo gasta 500 dólares por viaje en promedio. Para mostrar esto se coloca un pictograma con fajos de billetes. Cada fajo contiene tres billetes y cada billete representa 300 dólares gastados por viaje para cada tipo de turista. El truco está en colocar un billete que representa 100 dólares más de gasto promedio por viaje del turismo LGBT con respecto al turismo de negocios. Con sólo un billete ya se tiene una columna más larga, aun cuando los dos billetes de este fajo particular no aparezcan.

Gráfica de *El Financiero*.[12]

Por cierto, tampoco se da la dispersión de los datos que nos permitan ver si 100 dólares son realmente significativos o si se trata sólo de una fluctuación estadística. Lo que sí queda claro de la representación gráfica es que 100 dólares pesan mucho con la simbología elegida. Un sólo billete de 100 dólares ya muestra una prominente columna que además está pintada de morado.

MENTIRA MEDIÁTICA

“Mientras los diarios de pago se tiran sus deudas millonarias a la cabeza, nosotros seguimos avanzando como líderes absolutos en la prensa impresa y ya como número tres de noticias en internet […]”. Así presentaba el diario *20 minutos*, de España, en su número del 20 de noviembre de 2008 los datos del Estudio General de Medios (EGM). Este estudio se presenta periódicamente y determina en buena medida cual es el medio idóneo para los anunciantes.

El diario *20 minutos* nació en Madrid en el año 2000 con el eslogan: “el primer diario que no se vende”. Es un tabloide gratuito que ha llegado a ser el más popular en España y en otros países. En Suiza, por ejemplo, es con mucho el de mayor tiraje.

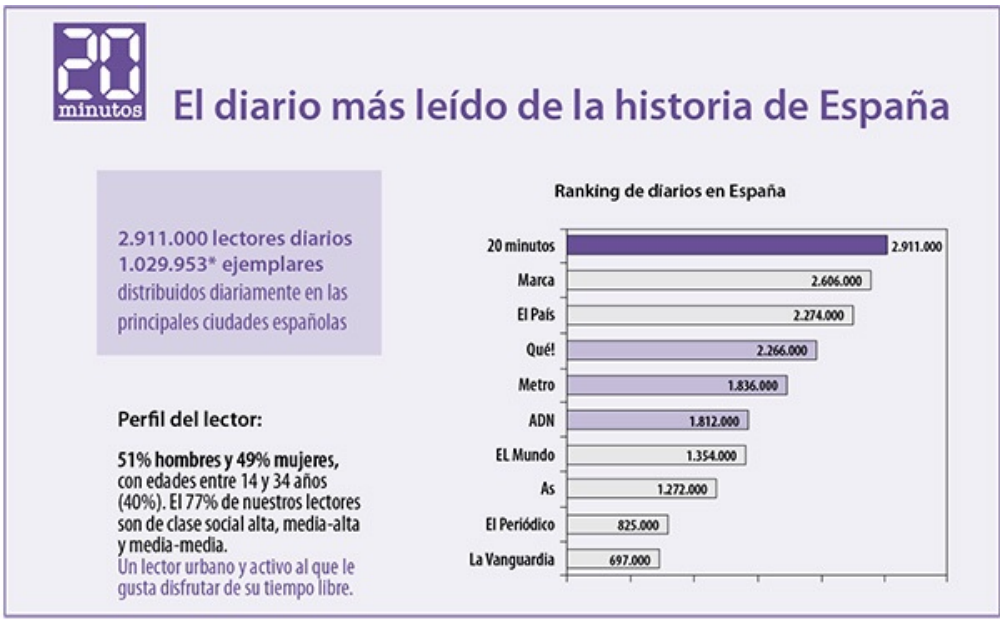
20 minutos da mayor peso a las noticias locales frente a las nacionales e internacionales. Su línea editorial enfatiza lo interesante sobre lo importante y hace poco uso de las estadísticas.

Para *20 minutos* no es suficiente el haber llegado a ser el diario más leído del momento, el título del artículo con que presentaba los datos de EGM dice: “el más leído de la historia”.

El *ranking* de diarios de España se presenta con un gráfico de barras en el que el periódico *20 minutos* aparece arriba como líder supremo. Para el lector atento no pasará desapercibido que en cada una de las entradas del diagrama se ha colocado el número de lectores en el interior de la barra, sin embargo, en el correspondiente al diario *20 minutos* se la ha dejado fuera. De esta forma se alarga el efecto óptico de la barra que le corresponde.

Esto no es lo más grave de la presentación.

Siendo un periódico gratuito se ha colocado especial esmero en este gráfico para perjudicar a sus competidores de prensa gratuita, destacados en color azul más pálido. Para hacerlo se falsearon las escalas a diestra y siniestra: se alargaron un poco las barras de *Marca* y de *El País* más allá de los números reales, dejando el diario *Qué!* en su escala justa. De esta manera el competidor del mercado de diarios libres aparece por debajo de *El País* que en números reales están casi a la par.



Recorte del diario *20 minutos* de España.[13]

En proporciones, la longitud de *Qué!* es correcta pero se ha destacado la diferencia modificando los otros para dejarlo debajo de *El País* y no tan arriba de *Metro* del que se alargó un poco la barra correspondiente. *ADN* y *Metro* estarían casi iguales pero resulta conveniente acortar la barra de *ADN* sin importar que los números sean similares a los de *Metro*.

Aquí se miente, pues, con una franca distorsión del diagrama de barras. En esta ocasión se miente con todo el descaro. El lector no se percatará porque la mirada sólo pasa por la impresión gráfica sin detenerse en los números.

LAS CADERAS NO MIENTEN

“Mis caderas no mienten” dice Shakira en la canción que ha sido descargada en formato electrónico y vendida en su versión física millones de veces en todo el mundo. La canción se convirtió pronto en la más exitosa en cuanto a las ventas combinadas de sencillo tangible y descargas digitales. Según esto, la mezcla de cumbia colombiana y reguetón se colocó entre los 40 sencillos más comercializados en el mundo y la historia de la humanidad con más de 18 millones de copias vendidas.

Quizá por eso, porque la aseveración alcanzó una tal difusión, vale la pena cuestionarla. ¿Es que las caderas de Shakira no mienten?

A través de estudios científicos se ha podido mostrar que una asimetría óptima en los movimientos, así como los parámetros de la dinámica corporal, pueden caracterizar una danza femenina de alta calidad. El cuidadoso estudio de videos grabados en el laboratorio de una universidad inglesa pudo determinar que hay tres tipos de movimiento que parecen tener un impacto importante en el efecto que produce el movimiento del cuerpo en los observadores: un balance mayor de la cadera, el movimiento asimétrico de los muslos, así como niveles intermedios en la asimetría del movimiento de los brazos.

Cuando Beyoncé ejecutó su rutina dancística en la entrega de los Grammy hace unos meses, los especialistas notaron con inigualable perspicacia, que su condición de embarazo le impidió realizar los movimientos pronunciados que han caracterizado sus presentaciones más exitosas. Entonces, Shakira podría tener razón cuando dice: “lee los signos de mi cuerpo”.

La autenticidad de lo expresado por Shakira se basa en la premisa de que es difícil mentir cuando lo que está en cuestión es biológico. Una aserción de este tipo parece ser tan legítima que alguna gente ha propuesto que la manifestación fisiológica en la danza sea usada como diagnóstico. Afortunadamente para mí, la medicina moderna hace uso del análisis químico y las pruebas de laboratorio pueden ser más lentas y menos rítmicas, pero son independientes de la habilidad y la experiencia de quienes practican el diagnóstico dancístico.

Es justo decir que aun cuando las caderas de Shakira no mintiesen,

seguramente la apreciación y los elementos finos de la observación también dependerán en cierta medida del espectador y su estado anímico.

Personalmente soy de la opinión de que todos y todo mienten, incluso las caderas de Shakira. La naturaleza define lo que es prioritario y puede sacrificar síntomas para dejar ver lo que le resulte más ventajoso sin importar la verdad de las cosas.

“Una floración espectacular no siempre es una buena señal”, dice un blog de jardinería particularmente sabio.[14] Y continúa: “las plantas, cuando sufren estrés, pueden producir una floración muy abundante”. Luego nos explica que es común encontrar especies de vegetales que antes de morir o al encontrarse en malas condiciones harán un esfuerzo último para producir floraciones abundantes en desbordada belleza como un recurso desesperado por asegurar la continuidad de la especie. Lo poco que le queda en reservas a la planta será destinado a la flor y los frutos en un lance final del que ya no regresará. La administración frugal que prolonga la vida —si bien improductiva— puede parecer mejor, pero no lo es para la naturaleza que tiene objetivos claros. Aun así, dirán los expertos, podemos saber que la planta ha tomado la decisión fatal porque ésta tendrá menos hojas y sus tallos serán más delgados que sus congéneres en plena salud; no importa, la mentira en flor será exitosa porque está dirigida a las abejas y no a los expertos en botánica.

Las plantas monocárpicas están programadas para florecer antes de morir. Cuando su mensaje es apogeo, estos vegetales comienzan a morir desviando los recursos que estaban destinados a las hojas y tallos a la producción de flores, frutos y semillas. Cuanto más presuntuosas en su florida y elocuente vitalidad, más cerca de la muerte se encuentran.

Resulta curioso que en algunas especies, el engaño puede ser desmontado. Basta con cortar las flores antes de que sean polinizadas evitando la formación de la semilla. Esto se logra, a veces, cortando los botones antes de que la flor se abra. Entonces la planta seguirá viviendo. Su falacia teatral es desarmada y deberá intentarlo más tarde con renovado histrionismo.

[1] W. Krabill *et al.*, “Greenland Ice Sheet thickness changes measured by laser altimetry”, en *Geophysical Research Letters*, vol. 22 (1995): http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/95GL02069/abstract.

[2] National Climate Assesstment: http://nca2014.globalchange.gov/report/appendices/climate-science supplement.

[3] Calvin Beisner y J. C. Keister, “Lying with statistics: The National Climate Assesstment falsely hypes ice loss in Greenland and Antarctica”: https://wattsupwiththat.com/2014/07/06/lying-with-statistics-the-national-climate-assessment-falsely-hypes-ice-loss-in-greenland-and-antarctica/.

[4] Darrell Huff, *How to lie with statistics*, comentado en: http://www.physics.csbsju.edu/stats/display.html.

[5] Ibíd.

[6] Nate Silver, “The end of car culture”, en *Esquire* (2009): http://www.esquire.com/news-politics/a5866/nate-silver-car-culture-stats-0609/.

[7] Ibíd.

[8] http://www.bildblog.de/tag/bild-und-juergen-klinsmann/.

[9] Ibíd.

[10] http://www.id.uzh.ch/dl/kurse/lunchveranstaltungen/materialien/LVWieluegtmanmitStatistiPraesentation

[11] Claudia Alcántara, “Destinos turísticos mexicanos desaprovechan mercado gay”, Sección: Empresas, en *El Financiero* (27 de octubre de 2014): http://www.elfinanciero.com.mx/empresas/destinos-turisticos-mexicanos-desaprovechan-mercado-gay.html.

[12] Ibíd.

[13] http://blogs.20minutos.es/martinezsoler/tag/ranking-de-la-prensa-diaria/.

[14] http://www.jardineriabordas.com/blog/las-plantas-cuando-sufren-estres-pueden-producir-una-floracion-muy-abundante/

EPÍLOGO

De manera casi casual, me encontré frente a un viejo edificio en el centro de Montevideo, Uruguay. No soy tan metódico como para leer guías turísticas así que casi siempre descubro caminando los lugares a donde voy. Una fachada con grandes vidrieras y la geométrica monumentalidad del art déco atrajo mi atención. Ahí se aloja Puro Verso, una de las librerías más bellas del mundo. La adaptación de lo que fuera una óptica a un espacio para libros, café y restaurante es inmejorable. El viejo elevador aún funciona pero nadie resiste el placer que ofrece la escalera central con dos tramos y desembarcos a diestra y siniestra. Un vitral con tonos dorados de fondo integra un reloj con numeración romana en el que la hora cuatro está representada con III y no con IV. Muchos relojes con numeración romana siguen esta costumbre. Algunos dicen que de esta manera se logra un poco de simetría visual con su opuesto en la carátula: VIII. ¿Quizá los relojeros buscan conservar un total de cuatro "V" y cuatro "X", además de las líneas verticales que son menos violentas en el arreglo circular?

Sin embargo, la explicación histórica más común alrededor de este curioso detalle de la relojería se refiere al incidente de 1364 en que se vio involucrado el rey Carlos V de Francia, llamado *El Sabio*. Se dice que el rey reclamó abiertamente a un relojero el haber colocado IV en lugar de lo que él pensó debía ser III. Cuando el relojero se defendió aduciendo que la numeración romana así lo establece, el rey zanjo la cuestión diciendo: "yo nunca me equivoco". Existen otras teorías alrededor del origen de III en los relojes con numeración romana pero la que atañe al orgullo de ser rey es mi favorita. El reloj en el vitral de la librería Puro Verso es uno más de los muchos en el mundo.

Lo que sí es único de la librería Puro Verso es lo que se puede leer abajo del vitral, en un marco empotrado y con grandes letras: *Veritas filia mendacii est*. Frase en latín que de manera lapidaria establece: "La verdad es hija de la

mentira”.

GLOSARIO

Correlación estadística. Relación o dependencia entre dos variables. Dos cantidades están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varía sistemáticamente con los cambios de la otra. La correlación entre dos variables no implica necesariamente una relación causal. Existen maneras cuantitativas de medir el grado de correlación mediante el coeficiente de correlación. Hay varios coeficientes de correlación: coeficiente de Spearman, de Kendall, de Jaspen, etcétera.

Dato. Valor asociado a una variable. Es la información de un elemento de la población o muestra.

Desviación estándar. Se le conoce también como desviación típica. Es la raíz cuadrada de la varianza. Con el uso de la desviación estándar podemos saber si algún dato se desvía mucho de la media.

Diagrama de barras. Gráfico utilizado para representar la distribución de frecuencia con que ocurre una variable.

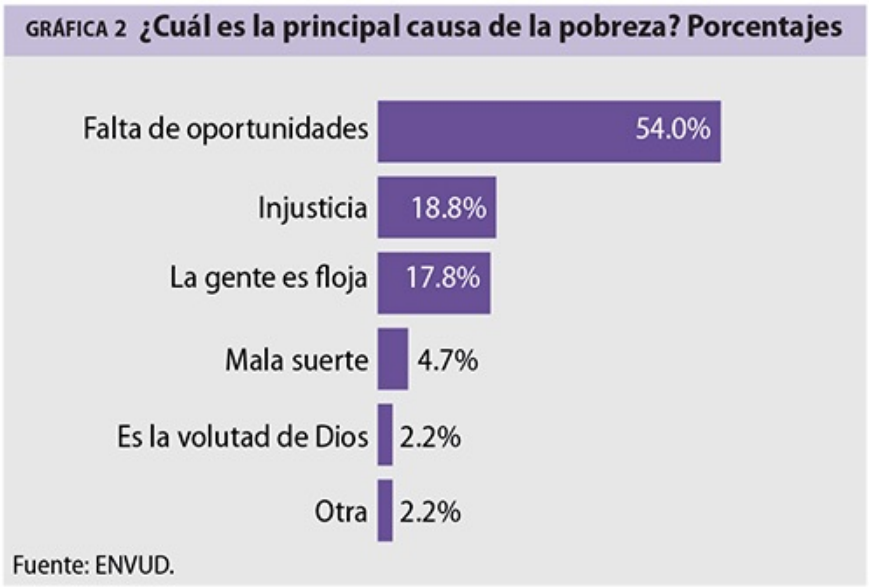


Diagrama de barras tomado del artículo, "La desigualdad lo que divide a los mexicanos", en *Este País* (1 julio de 2011): *http://archivo.estepais.com/site/2011/la-desigualdad-lo-que-divide-a-los-mexicanos/*.

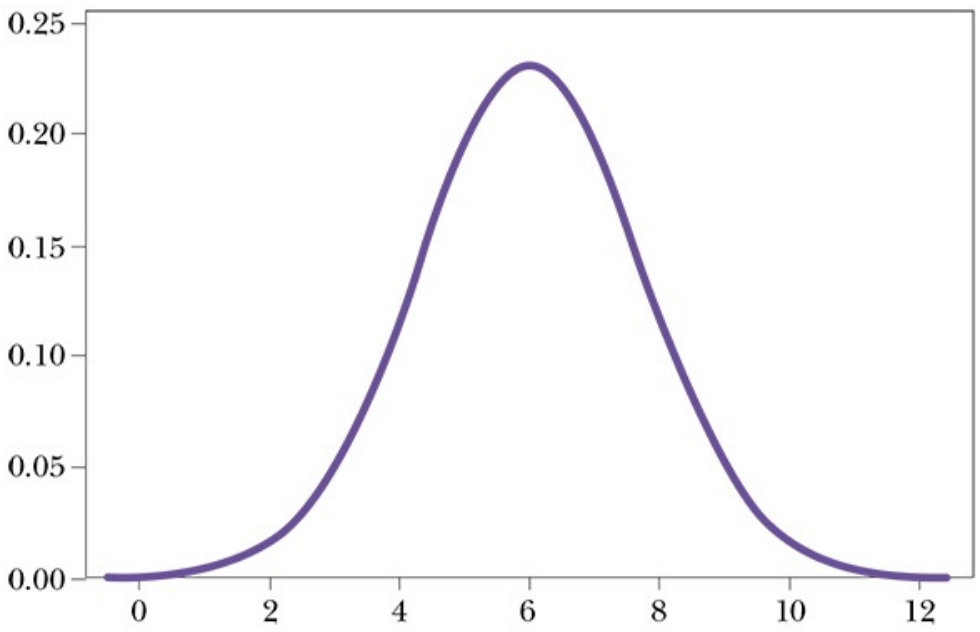
Dispersión. Es una medida de la proximidad de los valores de un grupo, entre sí. Existen varias maneras de medir esta dispersión. Los ejemplos más usados son la desviación típica y varianza.

Distribución normal. La distribución normal o campana de Gauss ocupa un lugar importante en la estadística porque suele ocurrir muy frecuentemente en la observación de fenómenos. Fue descubierta en el siglo XVIII cuando los físicos observaron que la medición repetida de algo arroja de manera natural valores diferentes en cada ocasión. Los valores diferentes de cada medida están asociados al error en la medición y al reunir grandes cantidades de éstos la frecuencia se distribuye formando esta curva.

Los errores de cualquier medición se distribuyen así por lo que se le dio el nombre de "distribución normal". Gauss estudió las propiedades matemáticas de esta curva y por eso también se le conocen como la distribución de Gauss.

Es una curva suave y simétrica con respecto a la media. Se extiende hacia el infinito en ambas direcciones.

El valor medio es el punto debajo del cual quedan el 50% de los casos y sobre el cual se encuentra el otro 50%.



Distribución normal.

Evento. Es uno de los resultados posibles de hacer un experimento.

Evento dependiente. Se dice que dos eventos son dependientes si la ocurrencia de uno tiene efecto sobre la probabilidad de que el otro ocurra.

Eventos independientes. Se dice que dos eventos son independientes si el que uno ocurra no afecta la ocurrencia del otro.

Estadística. Estudio sistemático de una colección de datos en que se organizan, resumen y analizan con el fin de sacar conclusiones que ayuden en la toma de decisiones.

Media aritmética. Es lo que de manera coloquial entendemos por “promedio”. La media aritmética se calcula al sumar los valores de un conjunto y dividir el resultado de la suma por el número de valores que se usaron en la suma.

Ejemplo: si un alumno presenta tres exámenes y obtiene las calificaciones 81, 90 y 92, entonces la calificación promedio del alumno es:

$$\textit{media aritmética} = \frac{81+90+92}{3}$$

$$\textit{media aritmética} = 87.667$$

Muestra. Una parte de la población o totalidad de los objetos de estudio.

Parámetro. Característica numérica de una población, por ejemplo: la media, la desviación estándar, etcétera.

Pictograma. Gráfico vistoso en el que se emplean figuras alusivas al tema que se discute.

Probabilidad. Existen diferentes enfoques para definir lo que es probabilidad. En términos muy generales, la probabilidad mide la frecuencia con que se obtiene un resultado en la realización de un experimento sobre el que se conocen todos los resultados posibles. En 1933, el matemático soviético Andrej Kolmogorow fundó la teoría de probabilidad en tres axiomas:

1. La probabilidad es un número real no negativo
2. Un evento seguro tiene probabilidad igual a uno.
3. Si dos eventos se excluyen mutuamente, es decir, son independientes, entonces la probabilidad de que ocurra uno o el otro es la suma de las probabilidades.

La probabilidad de un evento *A* se puede calcular como:

$$p(A) = \frac{\textit{número de casos favorables}}{\textit{número de casos posible}}$$

Ejemplo: la probabilidad de que al lanzar una moneda el resultado sea águila es:

$$p(A) = \frac{\textit{número de casos favorables} = 1 \textit{ (águila)}}{\textit{número de casos posible} = 2 \textit{ (águila o sol)}}$$

$$p(A) = \frac{1}{2}$$

Probabilidad condicional. Es la probabilidad de que un evento ocurra dado que otro ocurrió. Se escribe $p(A|B)$ y se lee: la probabilidad de que ocurra *A* dado que *B* ha ocurrido.

$$p(A|B) = \frac{\text{número de casos favorables de que ocurran A y B}}{\text{número de casos favorables a B}}$$

Regresión lineal. Es el procedimiento de ajuste de una recta a datos. Se trata de encontrar la línea recta que mejor representa los datos de un gráfico en coordenadas x-y. Para encontrar esta recta se minimiza la distancia entre cada punto de los datos y la recta misma. Esto se hace de manera simultánea para todos los puntos de tal manera que al final quedará una línea que dista de cada punto de datos en una cierta separación. Cuando el cuadrado de las distancias de cada punto y la recta se suman, se tendrá un valor que es el mínimo posible.

Teorema de Bayes. El filósofo Thomas Bayes desarrolló en el siglo XVIII la ecuación de probabilidades condicionales que nos permite relacionar dos eventos. En el caso de dos eventos *A* y *B* se denota por *P(A)* a la probabilidad de que el evento *A* ocurra y *P(B)* la probabilidad de que *B* ocurra. La probabilidad *P(A|B)* se lee: la probabilidad de que ocurra *A* dado que *B* ocurrió. El Teorema de Bayes dice que la probabilidad de que *B* ocurra, dado que *A* ocurrió, *i.e. P(B|A),* se puede expresar en términos de *P(A|B)* de la siguiente manera:

$$P(B|A) = \frac{P(A|B)\,P(B)}{P(A)}$$

Si la probabilidad de que *A* ocurra, es decir: *P(A)* y la probabilidad de que *B* ocurra, es decir, *P(B),* son iguales entonces, la probabilidad de que ocurra *B,* dado que *A* ocurrió es igual a la probabilidad de que *A* ocurra dado que *B* ocurrió.

$$P(B|A) = P(A|B)$$

Ejemplo: el evento *A* es que al elegir una persona en un avión ésta sea musulmana. El evento *B*, que la persona elegida sea terrorista. Entonces decimos que:

$$P(terrorista|musulmana)=P(musulmana|terrorista)\ \frac{P(terrorista)}{P(musulmana)}$$

Que se lee: la probabilidad de que la persona elegida sea terrorista dado que es musulmana es igual a la probabilidad de que la persona elegida sea musulmana, dado que es terrorista multiplicado por la probabilidad de que la persona elegida sea terrorista y dividido por la probabilidad de que la persona elegida sea musulmana.

Algunos políticos radicales, como Donald Trump, dicen que la probabilidad de que siendo musulmán sea terrorista es igual. Esto es obviamente falso. Significaría que la probabilidad de que tengamos a un terrorista dado que la persona elegida es musulmana es igual a la probabilidad de que la persona sea musulmana dado que el elegido es terrorista.

$$P(terrorista|musulmán)=P(musulmán|terrorista)$$

Variable. Es una característica de la muestra o de la población que puede ser medida.

Varianza. Introducida por Ronald Aylmer Fisher genetista inglés que desarrolló la metodología en estadística para analizar la genética de poblaciones. La varianza es la media de las diferencias con la media elevadas al cuadrado. Para calcular la varianza: 1. Se calcula la media (o promedio) de los datos. 2. Para cada número (dato) se resta la media y se eleva al cuadrado. 3. Se calcula la media de esas diferencias al cuadrado.

Ejemplo: las alturas de cinco perros en tu calle son: 600 mm, 470 mm, 170 mm, 430 mm y 300 mm. La media es:

$$\textit{media aritmética} = \frac{600+470+170+430+300}{5} = 394 \text{ mm}$$

Restamos la media para cada número, elevamos al cuadrado y sumamos:

$$(600–394)2+(470–394)2+(170–394)2+(430–394)2+(300–394)2=$$

$$(206)2+(76)2+(–224))2+(36)2+(–94)2$$

La media de esas diferencias nos da la varianza:

$$\textit{varianza} = \frac{108,\ 520}{5} = 21.704$$

BIBLIOGRAFÍA

Appleton, David R., Joyce M. French y Mark P. J. Vanderpump, “Ignoring a covariate: An example of Simpson’s paradox”, *The American Statistician*, vol. 50, 1996.

Asimov, Isaac, *El planeta que no estaba*. Barcelona, Ibis, 1987.

Barrett, Steven R. H. *et al*., “Impact of the Volkswagen emissions control defeat device on us public health”, *Environmental Research Letters*, vol. 10, núm. 11, 29 de octubre de 2015.

Batt, John, *Stolen Innocence: The Sally Clark Story. A Mother’s Fight for Justice*. Londres, Ebury Press, 2005.

Beals K. L., Smith C. L. y Dodd S. M., “Brain size, cranial morphology, climate, and time machines”, *Curr Anthropol*, vol. 25, 1984.

Beck-Bornholdt, Hans-Peter y Hans-Hermann Dubben, *Der Hund, der Eier legt*. Alemania, rororo Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, 1997.

Beisner, Calvin y J. C. Keister, “Lying with statistics: The National Climate Assesstment falsely hypes ice loss in Greenland and Antarctica”, https://wattsupwiththat.com/2014/07/06/lying-with-statistics-the-national-climate-assessment-falsely-hypes-ice-loss-in-greenland-and-antarctica/.

Bickel, P. J., E. A. Hammel y J. W. O’Connell, “Sex Bias in Graduate Admissions: Data From Berkeley”, *Science*, vol. 187, 1975.

Clark, Stuart, *Life in other worlds and how to find it*. Berlín, Springer Verlag, 2000.

Dubben, Hans Hermann y Hans-Peter Beck-Bornholdt, “Mit an Wahrscheinlichkeit grenzender Sicherheit”.

Eco, Umberto, *El péndulo de Foucault*. México, Bompiani Lumen, Orbis Patria, 1989.

Ferracci-Porri, Michel, *Le Fantôme de Heilbronn*. Francia, Editions Normant, 2009.

Galison, Peter, *How experiments end?* Chicago, The University of Chicago Press, 1987.

García, Roque, *Diccionario de sinónimos*. Madrid, Colofón, 2000.

Gould, Stephen Jay, *La falsa medida del hombre*.

_____, "Morton's ranking of races by cranial capacity: unconscious manipulation of Data may be a scientific norm", *Science*, vol. 200, 1978.

Gunn, Lachlan J. *et al*., "Too good to be true: when overwhelming evidence fails to convince", *Proceedings of The Royal Society A*, "Why too much evidence can be a bad thing", 4 de enero, 2016, http://phys.org/news/2016-01-evidence-bad.html.

Krabill, W. *et al*., "Greenland Ice Sheet thickness changes measured by laser altimetry", *Geophysical Research Letters*, vol. 22, 1995, http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/95GL02069/abstract.

Krämer, Walter, *So Lügt man mit Statistik*. Frankfurt/New York, Campus Verlag, 1998.

Haub, Carl "How Many People Have Ever Lived on Earth?", *Population Today*, vol. 30, núm. 8.

Henson, Matthew, *The Quest for the North Pole*. Estados Unidos, Kathleen Olmstead, 2008.

Hoefer, T. *et al*., "New evidence for the theory of the stork", *Paediatric Perinatal Epidemiology*, vol. 18, núm. 1, 2004.

Huff, Darrell, *How to lie with statistics*. Nueva York, W.W. Norton & Company, 1954.

Jones, Eric, "Where is everybody? An Account of Fermi's Question", LA-10311-MS, Los Alamos National Laboratory.

Journal of Analytical Toxicology, vol. 7, septiembre-octubre, 1983, http://jat.oxfordjournals.org/content/7/5/223.full.pdf.

Lazar, Allan, Dan Karlan y Jeremy Salter, *The 101 most influential people that never lived*. Nueva York, William Morrow, 2006.

Lewis, Jason E. *et al*., "The Mismeasure of Science: Stephen Jay Gould versus Samuel George Morton on Skulls and Bias".

Littell, Robert, "Cigarrete Ad Fact and Fiction", *Reader's Digest*, julio de 1942, http://tobaccodocuments.org/lor/856413761456.html?start_page=1&end_page=81.

Lloyd, Robin, “Why We Lie”, *Livescience*, mayo 15 de 2006, http://www.livescience.com/772-lie.html.

Mandel, David R., “Unanimity may be Improbable, but Dictatorship is Worse: Comment on ‘The Dangers of Unanimity’” by R. B. Zajonc. Dialogue, 19(2).

Maquiavelo, Nicolás, *El príncipe*. México, Ediciones Coyoacán, 1998.

Matthews, Robert, “Storks deliver Babies (p=0.008)”, *Teaching Statistics*, vol. 22, 2000.

McKay, D. S., *Science*, vol. 273, núms. 924-930, 1996.

Mullen, Leslie, “Defining Life: Q&A with Scientist Gerald Joyce”, *Astrobiology Magazine*, 1º de agosto de 2013, http://www.space.com/22210-life-definition-gerald-joyce-interview.html.

Nalebuff, Barry, “Puzzles Slot Machines, Zomepirac, Squash, and More”, *Journal of Economic Perspectives*, vol. 4, núm. I, otoño 1990.

National Climate Assesstment, http://nca2014.globalchange.gov/report/appendices/climate-science supplement

Nava Garcés, Alberto Enrique, *El error en el derecho penal*, México, Porrúa, 2007.

Peary, Robert A., *The North Pole*, http://www.gutenberg.org/files/18975/18975-h/18975-h.htm.

Poe, Edgar Allan, “The Dover reader”.

Poincaré, Henri, “*The Calculus of Probabilities” en* The Calculus of Probabilities, en https://protect-us.mimecast.com/s/dqaDBXFEepzbf8?domain=sailor.gutenberg.lib.md.us

Press, S. James y Judith M. Tanur, *The Subjectivity of Scientists and the Bayesian Approach*. Nueva Jersey, John Wiley & Sons Inc., 2001.

“Review of Morton’s Crania Americana”, en *American Journal of Science and Arts*, vol. 38, núm. 2, 1840.

Roehrlich, Dagmar, *Hallo, Jemand da draussen?* Taschenbuch, Spektrum Akademisher Verlag, 2008.

Savant, Marilyn vos, *El poder del pensamiento lógico*. México, Edaf, 2011.

_____, “Ask Marilyn: Are Men Smarter Than Women?”, *Parade*, 11 de octubre de 2007,

https://web.archive.org/web/20071011225653/http://www.parade.com:80/17-2005/featured_0.

Schrödinger, Erwing, ¿Qué es la vida? *Textos de Biofísica*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 2005.

Shlovski, I. S. y Carl Sagan, *Intelligent life in the Universe*, San Francisco, Holden Day, Inc., 1968.

Sies, Helmut "A new parameter for sex education", *Nature*, vol. 332, 7 de abril de 1988.

Stewart, Ian, *What shape is a Snow flake: magic numbers in nature*.

Steele, Bill, "It's the 25th anniversary of Earth's first attempt to phone E.T.", *Cornell Chronicle*, 12 de noviembre de 1999, http://www.news.cornell.edu/stories/1999/11/25th-anniversary-first-attempt-phone-et-0.

Tunbridge, W.M.G. *et al*., "The specrum of thyroid disease in a community: the Whickham survey", *Clinical Endocrinology* vol. 7, 1977.

Vaderpump, M. P. J. *et al*., "The incidence of thyroid disorders in the community: a twenty year follow-up of the Whickham survey", *Clinical Endocrinology*, vol. 43, 1995.

Virgilio, *Eneida*, Libro ii.

Zajonc, R. B., "The dangers of Unanimity", *Dialogue*, vol. 19, núm. 2.

El azar, el error y el engaño están presentes en todos los ámbitos de nuestras vidas: el trabajo, las relaciones personales, la política, la economía. El error, incluso, es parte esencial del material biológico que nos forma. Los seres vivos llegamos a ser lo que somos por el cambio continuo de la estructura genómica: el código grabado en nuestros genes se equivocó una y otra vez para que, al fin, una de las múltiples configuraciones acabara prevaleciendo. En otras palabras, los seres humanos somos producto del azar y el error.

¿Pero dónde está la frontera entre azar y error? Y más aún: ¿cuál es la diferencia entre error y engaño? Los errores pueden ser una fuente inmejorable de aprendizaje, si sabemos detectarlos. Por otro lado, se puede engañar sin mentir abiertamente, es decir, sin dar información falsa. Esto ocurre con frecuencia, por ejemplo, en la estadística, cuando se oculta información, se dan datos parciales o se ofrecen interpretaciones sesgadas. Por ello, nos dice Gerardo Herrera Corral, el conocimiento estadístico debería formar parte de la educación básica de toda persona. Sí, la estadística puede utilizarse para analizar la realidad, para explicar y comunicar mejor datos complejos, pero también puede emplearse para deformar los hechos, manipular y engañar al público. Este libro reúne historias en las que la estadística es la clave: ¿Es real el cambio climático? ¿Viven más tiempo los fumadores? ¿Hay vida en otros planetas? ¿Se acerca el fin de la cultura del automóvil? Al analizar estos casos, el autor nos ayudará a definir con mayor claridad las barreras entre verdad y mentira, azar y error.

Gerardo Herrera Corral (Delicias, Chihuahua, 1963) es doctor en Física por la Universidad de Dortmund, Alemania, y ha realizado estancias posdoctorales en el Fermi National Accelerator Laboratory (Chicago, Estados Unidos), así como en el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (Río de Janeiro, Brasil). Ha sido investigador en el Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY) en Hamburgo, Alemania, y en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN), en Ginebra, Suiza. Actualmente es profesor titular del Departamento de Física del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV). Ha publicado más de 320 artículos en revistas internacionales especializadas en el área de física de partículas y es autor de los libros *Entre quarks y gluones. México en el CERN* (2011), *El Gran Colisionador de Hadrones* (2013), *El Higgs, el universo líquido y el Gran Colisionador de Hadrones* (2014) y *Universo: la historia más grande jamás contada* (Taurus, 2016).

Desde 1994 trabaja en la colaboración ALICE del Gran Colisionador de Hadrones en el CERN, y desde 1997 es miembro del Instrumentation, Innovation and Development Panel del International Committee for Future Accelerators (ICFA). Fue Presidente de la División de Partículas y Campos, así como de la División de Física Médica de la Sociedad Mexicana de Física. También fungió como coordinador de uno de los cuatro proyectos aprobados en México de la Iniciativa Científica del Milenio apoyado por el Banco Mundial. Fue Secretario de la Academia Mexicana de Ciencias y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (nivel III).

El azaroso arte del engaño
Historias del mundo de la casualidad y la estadística

Primera edición digital: marzo, 2018

D. R. © 2017, Gerardo Herrera Corral

D. R. © 2018, derechos de edición mundiales en lengua castellana:
Penguin Random House Grupo Editorial, S.A. de C.V.
Blvd. Miguel de Cervantes Saavedra núm. 301, 1er piso,
colonia Granada, delegación Miguel Hidalgo, C.P. 11520,
Ciudad de México

www.megustaleer.com.mx

D. R. © Penguin Random House / Ramón Navarro, por el diseño de portada

Penguin Random House Grupo Editorial apoya la protección del *copyright*. El *copyright* estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Gracias por comprar una edición autorizada de este libro y por respetar las leyes del Derecho de Autor y *copyright*. Al hacerlo está respaldando a los autores y permitiendo que PRHGE continúe publicando libros para todos los lectores.
Queda prohibido bajo las sanciones establecidas por las leyes escanear, reproducir total o parcialmente esta obra por cualquier medio o procedimiento así como la distribución de ejemplares mediante alquiler o préstamo público sin previa autorización. Si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra diríjase a CemPro (Centro Mexicano de Protección y Fomento de los Derechos de Autor, http://www.cempro.org.mx)

ISBN: 978-607-316-220-3

Penguin Random House Grupo Editorial

/megustaleermexico @megustaleermex

Conversión eBook:
Tangram. Ediciones Digitales

ÍNDICE

El azaroso arte del engaño

Agradecimientos
Prefacio
Prólogo
- El Error
- El Engaño

Introducción
- ¿Qué es la Probabilidad?

El primer plagio de la historia de la humanidad
90º 0’ 0’’
Donde se vive el sabor
Las profecías de la gran pirámide y la masa de las partículas elementales
Donald Trump y la campana de Gauss
IQ
Las Cigüeñas y los Bebés
Cambio Climático: mito o realidad
Unanimidad cuestionada
- La mujer sin rostro y el fracaso de la prueba de ADN
- Demasiado bueno para ser verdad
- Los peligros de la unanimidad

Vida en otros planetas
Medición y conflicto de interés
La falsa medida de la ciencia

La falacia del fiscal
Zomepirac
La Paradoja de Simpson
Los fumadores viven más tiempo
Discriminación por género en la Universidad de Berkeley
Donald Trump y la inmigración criminal
Mentiras gráficas
Cambio climático
Mentir con la verdad
El fin de la cultura del carro
Futbol en Alemania
Turismo gay
Mentira mediática
Las caderas no mienten

Epílogo
Glosario
Bibliografía
Sobre este libro
Sobre el autor
Créditos